



II 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



NUTRIÇÃO
E SAÚDE ANIMAL
www.potensal.com.br



SEMENTES
FACHOLI
QUALIDADE
ACIMA DE TUDO
www.facholi.com.br



**FUNDAÇÃO
ARAUCÁRIA**

**II 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
2004

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA

Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Zootecnia
Av. Colombo, 5790 – Campus Universitário
CEP 87.020-900 – Maringá – PR
Fone: 44.261.4348
Fax: 44.263.5599
www.dzo.uem.br

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP) (Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

S612 Simposio Sobre Produção e Utilização de
Forragens Conservadas (2. : 2004 : Maringá,
PR)
II Simpósio Sobre Produção e Utilização de
Forragens Conservadas / editores Clóves Cabreira
Jobim, Ulysses Cecato, Marcos Weber do Canto. --
Maringá, PR : UEM/CCA/DZO, 2004.
212 p.

1. Forragens conservadas - Produção e
utilização. 2. Custo de produção - feno e
silagem. 3. Dietas suplementadas - Sistema de
produção - Bovino. 4. Grãos úmidos - Silagem. 5.
Soja Forrageira - Silagem. 6. Microbiologia -
Silagem e Feno. 7. Cana de açúcar - Silagem. I.
Jobim, Clóves Cabreira. II. Cecato, Ulysses.
III. Canto, Marcos Weber do. IV. Universidade
Estadual de Maringá. Centro de Ciências
Agrárias. Departamento de Zootecnia. V. Título.

CDD 21. ed.636.086

Enidélci Aparecida Zaquia Pereira CRB 9/1311

II 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

Associação Paranaense dos Estudantes de Zootecnia (APEZ)
Fundação Araucária
Grupo PET-Zootecnia-UEM
Núcleo Pluridisciplinar de Pesquisa e Estudo da Cadeia Produtiva do
Leite - NUPEL
Zoojúnior-UEM

PREFÁCIO

Pesquisadores e produtores têm demonstrado crescente interesse com relação a produção intensiva de bovinos à pasto. No entanto, em razão da distribuição irregular da forragem ao longo do ano, o planejamento quantitativo e qualitativo da demanda de forragem é de extrema importância. Assim, o uso de forragens conservadas, de maneira estratégica e com tecnologia adequada, pode proporcionar segurança e eficiência em qualquer sistema de exploração animal. A realização do ***II Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas*** tem como objetivo principal reunir pesquisadores, profissionais, produtores e alunos que atuam na área de pastagens e/ou nutrição animal, com a finalidade de discutir assuntos referentes aos principais avanços com relação à produção e utilização de forragens conservadas na forma de feno ou silagem.

OS EDITORES

SUMÁRIO

1. Tecnologia de Produção e Valor Alimentício de Silagens de Cana-de-Açúcar 01
Luiz Gustavo Nussio, Patrick Schmidt
2. Tecnologia de Produção e Valor Alimentício de Silagens de Capins tropicais 34
Ricardo Andrade Reis, Thiago Fernandes Bernardes, Gustavo Rezende Siqueira
3. Perdas na Conservação de Forragens 75
Antônio Ricardo Evangelista, Joadil Gonçalves de Abreu, Rosana Cristina Pereira
4. Uso estratégico de forragens conservadas em sistemas de produção de carne e leite 113
Antonio Ferriani Branco
5. Silagem de Grãos Úmidos de Cereais na Alimentação Animal 133
Ciniro costa Paulo Roberto de Lima Meirelles, Wagner dos Reis
6. Silagem de Soja: Uma opção para ser usada na nutrição animal . 161
Luis Antonio da Silveira Keplin
7. Microrganismos Indesejáveis em Forragens Conservadas: efeito sobre o metabolismo de ruminantes 172
Pedro Braga Arcuri, Jailton Costa Carneiro, Fernando César Ferraz Lopes
8. Custo de produção de silagem e de feno e evolução da comercialização de forragens conservadas no Brasil 198
João Ricardo Alves Pereira

TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO E VALOR ALIMENTÍCIO DE SILAGENS DE CANA-DE-AÇÚCAR

Luiz Gustavo Nussio¹, Patrick Schmidt²

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

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

1. INTRODUÇÃO

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

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

Contudo, a maior dificuldade para atingir o potencial de exploração animal usando cana não está na limitação nutricional, mas no baixo desempenho agrônomo frequentemente apresentado por essa planta, em resposta às deficiências de manejo. A concentração de esforços para elevação dos índices produtivos da cana-de-açúcar nas propriedades pecuárias deve estar entre os principais focos de atenção de pesquisadores e extensionistas. Algumas hipóteses podem ser sugeridas para explicar as diferenças verificadas em produtividade entre propriedades que produzem cana-de-açúcar como alimento volumoso e propriedades dedicadas à produção industrial dessa planta.

O pecuarista, em geral, não apresenta interesse específico em agricultura, ocorrendo assim descaso com práticas agrônomicas, como controle de invasoras ou adubações, comprometendo a produtividade da planta forrageira. Essa “visão”, aliada ao conceito tradicional de que a cultura destinada à alimentação animal não necessita dos mesmos

cuidados que a agricultura empresarial, têm levado à produtividades modestas e elevação nos custos do volumoso. O fato das glebas mais irregulares e os solos de menor potencial produtivo serem destinados a pecuária são fatores adicionais que contribuem para as diferenças nos índices de produtividade, do setor pecuário, em relação ao setor sucroalcooleiro.

Como agravante, os talhões com manejo agrônomico inadequado apresentam menor longevidade, necessitando de reformas mais frequentes (a cada 3 ou 4 anos), o que eleva significativamente o custo do volumoso. Nussio & Ponchio (2004) estimam redução média de 8,8% no custo da unidade de matéria seca (MS), para cada ano de aumento na longevidade do talhão, acima de 4 anos (figura 1), devido à diluição dos custos de formação do canavial.

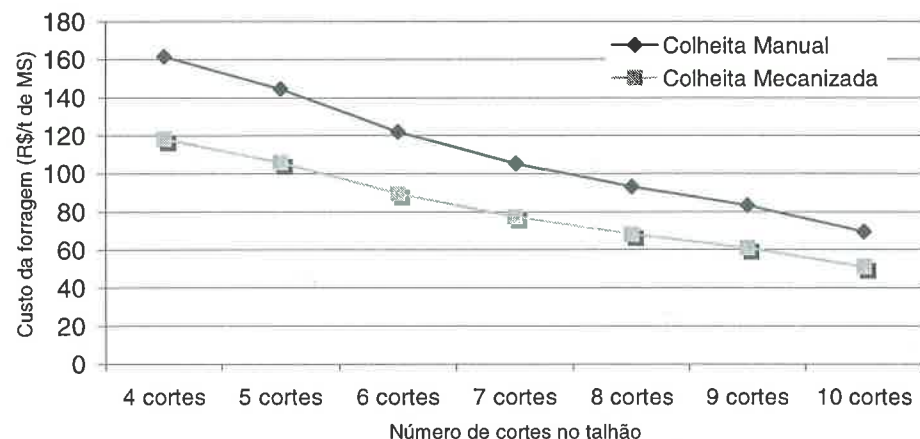


Figura 1. Estimativa do custo da cana-de-açúcar com o aumento na longevidade do talhão em sistemas de colheita manual e mecanizada.

Fonte: Nussio & Ponchio (2004)

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

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

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

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

Ao ensilar os excedentes de produção, constatados em Outubro-Novembro, evita-se a manutenção da biomassa de forragem no campo até a nova safra, evitando as perdas nutricionais das canas "bisadas" e, principalmente, reduzindo os riscos de acamamento que normalmente inviabilizam o corte mecanizado. Da mesma forma, canaviais submetidos a incêndio voluntário ou acidental, ou queimados pela

geada, precisam ser usados rapidamente, para evitar a conversão de sacarose e a respiração indesejável de carboidratos, sendo obrigatório assim o processo de ensilagem.

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

2. A ENSILAGEM DA CANA-DE-AÇÚCAR

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

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

Tabela 1. Trabalhos publicados sobre silagem de cana-de-açúcar, nos Anais das Reuniões Anuais da SBZ, nos últimos oito anos.

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

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

2.1 A fermentação alcoólica e a qualidade das silagens

Na fermentação da cana-de-açúcar ocorre extensa atividade de leveduras epífitas, que convertem açúcar a CO₂, água e etanol. Essa conversão acarreta redução no valor nutritivo e elevadas perdas durante a estocagem e fornecimento da silagem aos animais, levando a diminuição no teor de carboidratos solúveis, baixos teores de ácidos láctico e acético na massa ensilada, e aumento relativo no teor de FDA das silagens (Alli et al., 1983).

As leveduras não são inibidas pelo baixo pH encontrado nas silagens, sobrevivendo sob limites de pH variando entre 3,5 e 6,5, sendo que algumas espécies são capazes de sobreviver inclusive sob pH inferior a 2,0 (McDonald et al., 1991). A presença de leveduras, na ordem de 10⁶ unidades formadoras de colônia (ufc)/g de forragem (Alli et al., 1983) é considerada indesejável no processo de ensilagem, uma vez que esses microrganismos não contribuem efetivamente para a acidificação e estão associados com a deterioração aeróbia das silagens (Driehuis et al., 1999).

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



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

Apesar de potencialmente aproveitável como substrato energético para os ruminantes, através da conversão a acetato no rúmen (Chalupa et al., 1964), grande parte do etanol produzido nas silagens é

perdido por volatilização, durante a estocagem nos silos, retirada e fornecimento da silagem no cocho (Alli et al., 1982). A produção deste álcool representa perda de aproximadamente 49% de MS dos substratos (McDonald et al., 1991), sendo essa perda composta, principalmente, por carboidratos solúveis.

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

Estudos *in vitro* verificaram ligeira elevação na digestibilidade da celulose (6,6%), com a adição de pequenas doses de etanol (Chalupa et al., 1964; Gould et al., 2001), provavelmente devida ao aumento em energia prontamente disponível, mediante a conversão do etanol ingerido à acetato. Entretanto, Pradham e Hemken (1970) observaram a utilização de apenas 45% do etanol após 5 horas de incubação *in vitro*. Em estudos *in vivo*, Pradham e Hemken (1970) não verificaram efeito da infusão ruminal de etanol sobre consumo de MS, produção de leite e sólidos totais no leite. Gould et al. (2001) não verificaram efeito da infusão ruminal de etanol sobre a digestibilidade ruminal, intestinal ou total da FDN.

Avaliando o efeito da infusão de doses de etanol marcado com ^{14}C (1, 4 e 8 g/L/dia), em um simulador ruminal de fluxo semi-contínuo (RUSITEC), Durix et al. (1991) observaram elevação de até 40% na produção de ácidos graxos voláteis (AGV's), principalmente ácido acético (77-80% dos AGV's totais formados a partir do etanol). Contudo, apenas uma pequena parte do etanol foi convertido a AGV's e, como não foi verificado a presença de carbono marcado na fase gasosa (CO_2 e CH_4), a maior parte do etanol foi rapidamente absorvida pela parede ruminal. Os autores afirmaram que, dessa forma, a energia do etanol ingerida pelo ruminante é inteiramente disponível, ou via direta, por absorção, ou mediante conversão a AGV's no rúmen. Não foi verificado efeito das doses de etanol sobre a degradabilidade da matéria orgânica, do nitrogênio e da fração fibrosa de forragens incubadas nos meios. Segundo os autores, esses fatos indicam que a interação entre etanol e a fermentação de alimentos sólidos é pouco significativa.

2.2 Aditivos associados à ensilagem da cana-de-açúcar

Visando alterar a principal rota fermentativa verificada nas silagens de cana-de-açúcar, e reduzir as perdas de valor nutritivo nesses volumosos, têm-se adotado aditivos que possivelmente inibam da população de leveduras e/ou bloqueiem a via fermentativa de produção de álcoois, na ensilagem da cana-de-açúcar.

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

A escolha do aditivo a ser usado deve ser baseada em critérios que considerem aspectos como recuperação de MS na ensilagem, estabilidade em aerobiose, e o diferencial em desempenho de animais consumindo essas silagens. A justificativa para a adoção de um aditivo deverá considerar seu custo em contraste ao benefício médio ponderal.

2.2.1 Aditivos químicos

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

Devido a facilidade de obtenção e uso, recentemente, vários estudos têm sido realizados avaliando-se a adição de uréia em silagens de cana-de-açúcar, e apresentando resultados bastante variáveis, para doses de 0,5 a 2,0% da massa verde (MV) (tabela 2).

Tabela 2. Valores médios de perdas e produção de etanol em silagens de cana-de-açúcar aditivadas com uréia

Fonte	Dose Uréia (% MV)	Perda de MS (%)	Efluentes (kg/t MV)	Etanol (% MS)
Pedroso (2003)	0	18,2	15,1	3,8
	0,5	12,2	28,5	4,2
	1,0	7,6	32,2	4,1
	1,5	6,6	26,0	3,5
Andrade e Ferrari Jr. (2003)	0	-	-	12,9
	0,5	-	-	12,4
Schmidt et al. (2004b)	0	31,6	35,9	-
	0,5	30,2	38,5	-
Siqueira et al. (2004 ^a)	0	30,9	95,9	-
	0,5	22,8	93,7	-
	1,0	21,9	96,7	-
	1,5	27,7	86,3	-
	2,0	24,3	88,5	-

Em análise conjunta, os dados sugerem que doses entre 0,5 a 1,0% da MV são mais efetivas em reduzir perdas fermentativas, uma vez que, em doses superiores, o poder de tamponamento exercido pela uréia pode ser crítico ao processo de conservação. É importante ressaltar que a recuperação de N nas silagens aditivadas com uréia é geralmente alta (acima de 70%), o que deve ser computado como benefício adicional na escolha do aditivo.

Aplicando doses de 0,51 a 1,92% da MS de amônia com nitrogênio marcado (¹⁵N) em silagens de milho, Huber et al. (1979) verificaram recuperação média de 95% do nitrogênio aplicado. Para a dose de 1,4% da MS de amônia, Huber et al. (1980) verificaram recuperação média de 68% do N aplicado, após 7, 14, 21 e 50 dias da ensilagem.

Da mesma forma que a uréia, estudos têm focado o tratamento alcalino da cana na ensilagem, como forma de reduzir perdas fermentativas. Castrillón et al. (1978) estudaram o valor nutritivo e o padrão de fermentação ruminal de ovinos alimentados com silagem de

cana tratada com 4% de NaOH na MS e verificaram melhoria na composição bromatológica, com redução acentuada na produção de etanol (de 5,2 para 0,9% da MS) e aumento no teor de ácido lático, em relação a silagem sem aditivos. Usando as dosagens de 1, 2 e 3% de NaOH na massa verde, Pedroso et al. (2002), verificaram redução no teor de etanol, de 3,06% na silagem controle para 2% da MS, na média das silagens tratadas com esse produto (tabela 3). Esses autores verificaram também valores reduzidos de produção de efluente e de gases, nas silagens de cana-de-açúcar tratadas com NaOH. Entretanto, o pH observado nessas silagens foi o mais alto, entre os tratamentos estudados, permanecendo em torno de 5.

Siqueira et al. (2004b) observaram redução de 13,0; 42,0 e 94,5% na perda total de MS, produção de gás e produção de efluentes, respectivamente, para silagens de cana tratadas com 1% de NaOH na MV, que apresentaram pH médio de 4,6. Andrade e Ferrari Junior (2003) verificaram redução no teor de etanol de 12,4 para 3,6% da MS, com a aplicação de 1% de NaOH na ensilagem da cana.

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

Alguns agentes bactericidas e fungicidas, usados como conservantes na indústria de alimentos para humanos, também têm sido avaliados como aditivos para silagem. Woolford (1975), testando os ácidos sórbico e benzóico, na forma de sorbato de potássio e benzoato de sódio, verificou poder inibidor destes sobre clostrídios, leveduras e mofos. Todavia, o benzoato de sódio mostrou-se efetivo contra leveduras, somente sob doses superiores a 7,2 kg/t.

Aplicando 0,1% da MV de benzoato de sódio na ensilagem da cana, associado ou não a aditivos microbianos, Siqueira et al. (2004b) verificaram redução na produção de gás e na perda total de MS, quando comparado a silagem de cana sem aditivos. Os autores verificaram efeito benéfico desse sal também sobre a estabilidade aeróbia das silagens. Esses resultados corroboram os anteriormente observados por

Pedroso et al. (2002), que verificaram efeitos benéficos do benzoato de sódio sobre a fermentação da cana-de-açúcar. Contudo, a aplicação prática desse produto ainda é limitada, principalmente em função do desconhecimento da possibilidade de uso como aditivo de silagens e de variações sazonais no seu custo e disponibilidade.

2.2.2 Aditivos microbianos

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

Os aditivos microbianos que contém cepas de bactérias lácticas podem ser divididos em dois grupos principais: as bactérias homoláticas (BAL), que caracterizam-se pela elevada e exclusiva produção de ácido láctico; e as bactérias heteroláticas, que produzem além do ácido láctico, quantidades significativas de ácidos acético e/ou propiônico.

Estudos preliminares evidenciaram a bactéria heterofermentativa *Lactobacillus buchneri* como potencial aditivo para silagens de cana-de-açúcar (Nussio et al., 2003), uma vez que inoculada em silagens de milho reduz a produção de etanol e a população de leveduras, provavelmente devido a alta produção de ácido acético (Ranjit & Kung Jr., 2000).

Pedroso et al. (2002) testaram, em silos experimentais, cinco aditivos químicos e dois inoculantes bacterianos, diluídos em água, nas seguintes dosagens (massa verde): uréia (0,5; 1,0; 1,5%), NaOH (1; 2; 3%), propionato de cálcio (0,05; 0,1; 0,2%), benzoato de sódio (0,05; 0,1; 0,2%), sorbato de potássio (0,015; 0,03; 0,45%), bactérias homoláticas *Lactobacillus plantarum* - BAL (1×10^6), *L. buchneri* (1×10^6) e a combinação de BAL e uréia (0,5; 1,0%). Na tabela 3, podem ser observadas as médias obtidas, após 90 e 180 dias de fermentação, para os parâmetros avaliados.

Tabela 3. Efeito de aditivos químicos e microbianos sobre os parâmetros de fermentação e perdas de MS durante a ensilagem de cana-de-açúcar

Tratamentos	Variáveis				
	pH	Etanol (% MS)	Gases (% MS)	Efluentes (L/t MV)	Recup. MS (%)
Controle	3,69	3,06	9,7	15,1	80,9
<i>L. plantarum</i> (BAL)	3,58	9,81	13,9	29,9	77,7
<i>L. buchneri</i>	3,52	1,75	8,4	24,7	90,5
Uréia	3,74	3,88	9,1	28,9	90,4
Hidróxido de sódio (NaOH)	5,05	2,00	5,0	6,3	88,1
Propionato de Cálcio	3,68	5,21	10,6	25,6	82,8
Benzoato de sódio	3,69	2,25	7,9	25,2	83,0
Sorbato de potássio	3,66	2,14	8,6	15,9	85,1
Uréia + <i>L. plantarum</i>	3,73	5,86	11,1	20,5	87,2
Erro-padrão da média	0,06	0,45	0,47	1,13	0,62
Efeito de Tempo ¹	0,16	*	**	**	**
Efeito de Dose	**	**	**	**	**
Efeito de Trat. X Tempo	**	0,82	**	**	**

¹ Tempo = 90 vs 180 dias de fermentação; Dose = taxa de aplicação do aditivo; Trat. x Tempo = efeito da interação; * P < 0,05; ** P < 0,01

Fonte: Pedroso et al. (2002)

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

produção de etanol (tabela 6), não havendo alteração na concentração de etanol até 45 dias de armazenamento da silagem, em relação à silagem controle.

Siqueira et al. (2004c) avaliaram as perdas fermentativas em silagens de cana-de-açúcar inoculadas com *L. buchneri* ou com um aditivo composto por *Propionibacterium* e *L. plantarum* (BAL) (tabela 4). Observou-se que a inoculação com *L. buchneri* foi efetiva em reduzir as perdas, em relação à silagem sem aditivos (controle), e que a inoculação com *Propionibacterium* + BAL não apresentou efeitos benéficos na ensilagem da cana-de-açúcar.

Tabela 4. Efeitos médios da inoculação com dois aditivos microbianos sobre o pH e perdas em silagens de cana-de-açúcar.

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

¹ Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, são estatisticamente iguais pelo teste Tukey (P<0,05)

Fonte: Siqueira et al. (2004c).

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

A perda de componentes nutritivos após a abertura dos silos é também um fator determinante do valor nutritivo das silagens. A exposição da silagem ao oxigênio no painel do silo, após a abertura, e no cocho é inevitável, permitindo o crescimento de microrganismos aeróbios que causam a deterioração da forragem.

O processo de deterioração aeróbia é iniciado por leveduras, causando elevação do pH, à medida que ocorre o processo de oxidação

dos produtos da fermentação da silagem, principalmente a de ácido láctico. Com a elevação do pH, outros microrganismos começam a proliferar, em um processo que resulta em perdas de componentes nutritivos da silagem, e que pode também comprometer sua qualidade higiênica devido ao desenvolvimento de microrganismos patogênicos (Driehuis et al., 1999). Dessa forma, o efeito de aditivos deve ser avaliado também em relação a estabilidade no pós-abertura.

Tabela 5. Estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar inoculadas com doses de *L. buchneri*, com ou sem adição de ingredientes concentrados

		Tratamentos ¹							
		Sem concentrados				Com concentrados			
Variáveis ²		Controle	BLB	ALB	ALB+E	Controle	BLB	ALB	ALB+E
∑ °C 0 – 5 dias		74,6 ^a	51,0 ^b	41,8 ^b	61,0 ^{ab}	10,4 ^c	7,5 ^c	5,0 ^c	54,0 ^{ab}
∑ °C 0 – 10 dias		121,5 ^a	105,3 ^a	110,3 ^a	135,2 ^a	29,1 ^b	20,2 ^b	42,0 ^b	146,3 ^a
Temp. máx, °C		22,3 ^a	17,3 ^{ab}	18,1 ^{ab}	21,5 ^a	7,3 ^c	4,1 ^c	10,6 ^{bc}	23,8 ^a
Dias p/ temp. máx		1,6 ^b	4,6 ^{ab}	6,6 ^{ab}	3,6 ^{ab}	4,3 ^{ab}	7,3 ^{ab}	9,3 ^a	9,3 ^a
pH máximo		4,6 ^b	3,8 ^c	3,8 ^c	3,7 ^c	4,8 ^b	4,5 ^b	4,6 ^b	7,5 ^a
Dias p/ pH Max.		9,6 ^{ab}	3,0 ^b	6,6 ^{ab}	6,3 ^{ab}	9,3 ^{ab}	9,6 ^{ab}	9,5 ^{ab}	10,0 ^a
Perda MS 0-10 dias		19,8 ^a	17,0 ^a	18,6 ^a	19,5 ^a	10,3 ^b	9,4 ^b	10,3 ^b	17,8 ^a

¹ Médias seguidas de mesma letra, na linha, são estatisticamente iguais pelo teste Tukey (P<0,05).

Controle – silagem sem aditivos; BLB – dose baixa de *L. buchneri* (5x10⁴ ufc/g MV); ALB – dose alta de *L. buchneri* (1x10⁵ ufc/g MV); ALB+E – dose alta de *L. buchneri* acrescida de enzima fibrolítica.

² ∑ °C 0 – 5 dias = somatório da diferença de temperatura entre a silagem e o ambiente, acumulada nos cinco primeiros dias; ∑ °C 0 – 10 dias = somatório da diferença de temperatura acumulada nos dez dias de ensaio; Temp. máx, °C = temperatura máxima atingida pela silagem; Dias p/ temp. max = dias para atingir-se a temperatura máxima; pH máximo = pH máximo atingido pela silagem; Dias p/ pH Max. = dias para atingir-se o pH máximo; Perda MS 0-10 dias = Perda total de MS observada no período de aerobiose.

Toledo Filho et al. (2004) estudaram por 10 dias a deterioração aeróbia de silagens de cana confeccionadas em silos tipo "bag", sem aditivos ou aditivadas com doses de *L. buchneri*. Foi avaliada a estabilidade das silagens com e sem a adição de ingredientes concentrados, visando simular a condição verificada no cocho, durante o fornecimento aos animais (tabela 5). Os autores verificaram que a inoculação com *L. buchneri* elevou a estabilidade aeróbia nas silagens associadas aos ingredientes concentrados (farelo proteínoso de milho, polpa cítrica, sal mineralizado e uréia), porém, não elevando a estabilidade das silagens exclusivas, em relação às silagens sem aditivos. O uso de enzima fibrolítica associado à ensilagem da cana reduziu a estabilidade, independente da adição de ingredientes concentrados.

Siqueira et al. (2004b), demonstraram aumento na estabilidade das silagens inoculadas com *L. buchneri* ou com mistura de *Propionibacterium* e *L. plantarum*, em relação à silagem controle (tabela 7). Contudo, o pH das silagens aditivadas com *Propionibacterium* + *L. plantarum* foi mais elevado no pós abertura, indicando possível degradação preferencial do ácido láctico, em relação ao ácido acético.

2.2.3 Seqüestrantes de umidade

Aditivos seqüestrantes de umidade são, normalmente, fontes de carboidratos, cereais, farelos, entre outros, que visam elevar o teor de matéria seca das silagens, reduzir a produção de efluente e aumentar o valor nutritivo das silagens (McDonald et al., 1991).

Atualmente, alguns trabalhos vêm sendo desenvolvidos para avaliar o uso de seqüestrantes de umidade em silagens de cana-de-açúcar (Andrade et al., 2001; Evangelista et al., 2002; Lima et al., 2002; Santos et al., 2003; Freitas et al., 2004; Casali et al., 2004). Entretanto, em alguns desses trabalhos onde foi evidenciado efeito positivo da inclusão desses aditivos, as reduções observadas nas perdas de MS parecem estar mais ligadas à elevação no teor de MS de plantas que foram colhidas com umidade elevada, o que implica em redução nas perdas por efluente. Nesses casos, a inibição na atividade de leveduras e produção de álcoois, aparentemente, não ocorreu ou foi pouco

pronunciada. O efeito dos aditivos absorventes na fermentação das silagens de cana-de-açúcar deve ser melhor estudado, para evitar-se confundimento entre essas diferentes fontes de perdas durante a conservação.

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

Segundo McDonald et al. (1991), leveduras são mais resistentes ao aumento no potencial osmótico da forragem que bactérias, sendo inativadas apenas quando a atividade de água (a_w) da forragem é de 0,6 ou menor. Greenhill (1964), citado por McDonald et al. (1991), afirma que a a_w é função do conteúdo de umidade da planta e da concentração iônica, e pode ser descrito pela seguinte equação:

$$a_w = 1 - c/m$$

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

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

Casali et al. (2004) aplicaram níveis crescentes de raspa de batata desidratada (0, 7, 14, 21 e 28% MV) na ensilagem da cana-de-açúcar, e verificaram redução linear na perda por gases (9,6 a 0,9% da MS, do nível 0 ao 28%) e, principalmente, na perda por efluentes (88,3 a 1,2 kg/t de MV, do nível 0 ao 28%), para forragem que apresentava 20,1% de MS na ensilagem.

O uso de fubá de milho como absorvente de umidade na ensilagem da cana-de-açúcar (8% da MV), associado ou não à inoculante microbiano (BAL), foi avaliado por Silva et al. (2003). Os

autores não verificaram efeitos positivos do uso desses aditivos sobre variáveis fermentativas da silagem de cana (tabela 6), após 45 dias de incubação. Para todos os tratamentos avaliados o teor de etanol pode ser considerado bastante alto e, mesmo o aumento no teor de MS da silagem, propiciado pela adição de fubá, não foi efetivo em reduzir significativamente a atividade fermentativa das leveduras.

Tabela 6. Variáveis fermentativas de silagens de cana-de-açúcar aditivadas com fubá de milho e/ou inoculante microbiano (BAL)

Tratamento	MS ¹ (%)	pH	Ac. Propiônico (% MS)	Ac. Acético (% MS)	Ac. Lático (% MS)	Etanol (% MS)
Controle	23,0 ^b	3,59	0,98 ^b	2,84 ^b	2,43 ^a	17,38
Inoculante	23,3 ^b	3,68	1,69 ^a	8,33 ^a	1,58 ^b	14,62
Fubá	28,0 ^a	3,60	0,34 ^c	1,45 ^b	2,11 ^a	12,69
Fubá + Inoculante	28,4 ^a	3,72	0,62 ^{bc}	1,79 ^b	1,98 ^{ab}	12,32

¹ Médias seguidas de letras diferentes, na coluna, são estatisticamente diferentes pelo teste Tukey

Fonte: Silva et al. (2003)

Esse resultados corroboram os obtido por Evangelista et al. (2002a,b) e Lima et al. (2002), onde a inclusão de MDPS, casca de café, farelos de soja, algodão e trigo, e polpa cítrica, nos níveis de zero a 12% da MV, não apresentaram efeitos positivos sobre o perfil da fermentação.

Avaliando o efeito da inclusão de MDPS sobre as características fermentativas da cana-de-açúcar, ensilada fresca ou queimada, Bernardes et al. (2002) verificaram elevação do poder tampão, com o aumento do teor de MDPS, decorrente do maior teor de MS dessas silagens. O pH, com médias de 3,46 e 3,65 para as silagens de cana fresca e queimada, não foi influenciado pelo MDPS. O teor de etanol nas silagens foi reduzido em 10,0 e 20,9%, respectivamente, para a cana ensilada fresca e queimada, com a inclusão de 10% de MDPS, na massa verde. O maior teor médio de etanol (7,27% da MS) verificado nas

silagens de cana queimada, em relação à cana fresca (6,54% da MS), possivelmente foi decorrente da maior contagem de leveduras (244%) observada nas silagens de cana queimada (446,4 ufc/g). Segundo os autores, as silagens de cana submetidas a queima apresentaram valores de etanol maiores que os de cana fresca, possivelmente devido a transformação de sacarose em glicose e frutose, uma vez que a presença de açúcares redutores facilita o crescimento de leveduras e, consequentemente, leva a aumento na produção de álcool.

Da mesma forma, Siqueira et al. (2004a) verificaram maiores perdas médias de MS (29,1 e 21,9%) e maior produção de efluentes (119,3 e 64,9 kg/t MV), para silagens de cana queimada e crua, respectivamente, aditivadas com doses de uréia.

2.2.4 Associação de aditivos

Alguns pesquisadores vêm desenvolvendo trabalhos associando diferentes tipos de aditivos, visando efeito sinérgico na contenção de perdas fermentativas em silagens de cana-de-açúcar. Em alguns casos, esse efeito pode ser alcançado, apresentando bons resultados técnicos. Contudo, a viabilidade econômica da aplicação de dois ou mais aditivos associados pode ser o principal entrave a adoção dessa tecnologia.

Freitas et al. (2004) avaliaram os aditivos microbianos *L. buchneri* e *L. plantarum*, associados ou não a resíduo de colheita de soja na ensilagem de cana-de-açúcar, e verificaram que os aditivos só foram eficientes em reduzir as perdas de MS quando associados ao resíduo. Não houve diferença entre os microrganismos aplicados, em relação às perdas. Entretanto, o teor de MS da cana usada pode ser considerado restritivo (21,4%), o que, provavelmente, determinou perda elevada por efluentes (não mensurada) na silagem sem inclusão do resíduo, sendo esse efeito de maior magnitude que as perdas fermentativas decorrentes da produção de etanol propriamente ditas.

Siqueira et al. (2004b) avaliaram a associação de aditivos químicos (uréia 0,5% MV, benzoato de sódio 0,1% MV e hidróxido de sódio 1% MV) e microbianos (*Propionibacterium*+*L. plantarum* – BAL; e *L. buchneri* - LB) na ensilagem de cana-de-açúcar com 35% de MS (tabela 7), armazenada por 60 dias.

Tabela 7. Associação de aditivos químicos e microbianos na ensilagem de cana-de-açúcar

Tratamentos	pH ¹	Produção de gases (% MS)	Produção de efluente (kg/t MV)	Perda total (% MS)	Estabilidade aeróbia (horas)
Controle	3,75 ^b	15,9 ^b	76,2 ^{ab}	32,5 ^a	32
Controle + BAL ²	3,55 ^b	19,9 ^a	84,9 ^a	33,6 ^a	60
Controle + LB	3,43 ^a	13,2 ^c	66,5 ^b	19,2 ^b	60
Uréia	4,24 ^b	13,2	56,5 ^b	27,8 ^a	40
Uréia + BAL	4,29 ^b	13,9	83,9 ^a	25,0 ^{ab}	60
Uréia + LB	4,59 ^a	12,2	75,0 ^a	20,3 ^b	48
Benz. Sódio	3,65 ^a	12,1 ^a	63,0 ^c	20,6 ^a	40
Benz. Sódio + BAL	3,58 ^a	12,6 ^a	98,4 ^a	25,2 ^a	48
Benz. Sódio + LB	3,45 ^b	7,3 ^b	82,2 ^b	12,8 ^b	60
NaOH	4,64 ^a	9,1 ^a	3,2	28,0 ^a	24
NaOH + BAL	4,61 ^a	6,4 ^b	5,8	13,5 ^b	32
NaOH + LB	4,47 ^b	6,2 ^b	2,3	5,9 ^c	48

¹ Médias seguidas de letras diferentes, na coluna, para um mesmo aditivo químico, são estatisticamente iguais pelo teste Tukey (P<0,05)

² BAL – Bactérias ácido-láticas (*Propionibacterium*+*L. plantarum*); LB – *L. buchneri*.

Fonte: Siqueira et al. (2004b).

Em relação à silagem controle exclusiva, apenas a aditivação com LB foi efetiva em reduzir as perdas totais de MS e a produção de gases. As perdas não foram diferentes entre LB e BAL nas silagens aditivadas com uréia. Todavia, nas silagens tratadas com benzoato de

sódio e NaOH, a perda de MS foi reduzida pela aplicação de LB, em relação a aplicação de BAL. A associação de benzoato de sódio ou NaOH com LB propiciou as menores produções de gás e perdas de MS. Não houve efeito dos aditivos microbianos sobre a estabilidade aeróbia. Contudo, silagens aditivadas com NaOH apresentaram menor tempo para elevação da temperatura em 2 °C. Provavelmente, nessas silagens, esse efeito é decorrente da menor concentração de produtos da fermentação (ácidos orgânicos), que apresentam ação inibitória sobre fungos e mofos em aerobiose (Driehuis et al., 1999; Danner et al., 2003).

Esse efeito do NaOH sobre a estabilidade aeróbia da silagem de cana discorda dos resultados obtidos por Pedroso (2003), que observou, para a dose de 1% de NaOH na MV, a maior estabilidade dentre todos os aditivos avaliados, mantendo-se sob temperatura estável por mais de 120 horas.

3. DESEMPENHO DE ANIMAIS ALIMENTADOS COM SILAGENS DE CANA-DE-AÇÚCAR

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

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

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

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

Pedroso (2003) avaliou o ganho de peso de novilhas holandesas alimentadas com rações contendo 46% de silagem de cana-de-açúcar na MS (tabela 8). Os tratamentos aplicados às silagens foram: silagem controle, uréia (0,5% MV), benzoato de sódio (0,1% MV) ou *L. buchneri* ($3,64 \times 10^5$ ufc/g MV).

Tabela 8. Desempenho de novilhas da raça holandesa alimentadas com rações contendo silagens de cana-de-açúcar aditivadas

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

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

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

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

Fonte: Pedroso (2003).

O autor verificou taxas de ganho de peso médio diário de 32 e 21% superiores à ração controle, para as rações contendo silagens de cana tratadas com *L. buchneri* e benzoato de sódio, respectivamente. A

conversão alimentar para esses tratamentos seguiu tendência semelhante. Apesar do tratamento contendo 0,5% de uréia não ter promovido alterações significativas nas variáveis de desempenho avaliadas (consumo, ganho e conversão alimentar), os resultados de cinética de fermentação (Pedroso, 2003) sugerem a possibilidade de explorar-se doses superiores a 0,5% para garantir maior eficiência de fermentação, menores perdas por etanol e maior estabilidade aeróbia da silagem.

Como consequência do ensaio anterior, Junqueira et al. (2004) avaliaram doses de 1,0 e 1,5% da MV de uréia e inoculação com *L. buchneri* (5×10^4 ufc/g MV) em silagens de cana-de-açúcar, sobre o desempenho de novilhas leiteiras recebendo rações com 45% de silagem na MS (tabela 9).

Tabela 9. Desempenho de novilhas alimentadas com silagens de cana-de-açúcar aditivadas e perdas de armazenamento das silagens avaliadas em silos de grande escala.

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

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

Fonte: Junqueira et al. (2004).

Esses autores não verificaram diferenças no desempenho entre as silagens aditivadas com uréia ou com *L. buchneri*, considerada a silagem de cana de melhor valor nutritivo. Embora a aditivação com uréia tenha sido eficiente em manter adequado valor nutritivo na silagem de cana-de-açúcar, a inclusão de níveis superiores a 1,0% da MV podem elevar as perdas de forragem deteriorada no silo,

possivelmente em virtude do alto poder de tamponamento apresentado por esse aditivo.

Estudando o efeito de promotores de crescimento sobre o desempenho de novilhas búfalas (peso médio de 386 kg), alimentadas com ração baseada em silagem de cana-de-açúcar aditivada com 1% de uréia na MV, Marques et al. (2003) observaram ganho de peso médio entre os tratamentos de 0,95 kg/dia, com consumo médio de 10,5 kg de MS/dia.

Avaliando o efeito de dois níveis de inclusão de *L. buchneri* e a adição de enzima fibrolítica à silagem de cana-de-açúcar, Schmidt et al. (2003) verificaram efeito positivo do aditivo sobre o consumo e ganho de peso de bovinos em confinamento, recebendo rações com 45% de silagem na MS (tabela 10). Embora não tenha sido verificada diferença significativa entre as doses aplicadas, para as variáveis mensuradas, em média, a inoculação com *L. buchneri* elevou em 13,6% o consumo de MS e 22,4% o ganho de peso médio diário, em relação à silagem controle.

Tabela 10. Desempenho de bovinos Nelore e Canchim alimentados com rações a base de silagem de cana-de-açúcar inoculadas com diferentes doses (ufc/g MV) de *L. Buchneri*

Variáveis ²	Tratamentos ¹				EPM	Raça	T x R
	Controle	LB 5x10 ⁴	LB 10 ⁵	LB 10 ⁵ + enz			
CMS, kg	7,78 ^b	8,83 ^a	8,99 ^a	8,70 ^{ab}	0,37	*	ns
CPV, %PV	1,59 ^b	1,72 ^{ab}	1,75 ^a	1,69 ^{ab}	0,05	ns	ns
GPV, kg	0,82 ^b	1,03 ^a	0,98 ^a	1,00 ^a	0,06	ns	ns
CA, kg MS/kg PV	9,71	8,66	9,32	8,80	0,73	ns	ns
Peso médio	491	517	514	515	25	*	ns

¹ ufc = unidade formadora de colônia; LB = *Lactobacillus buchneri*; enz = enzima fibrolítica.

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

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

Avaliando o comportamento ingestivo dos animais desse ensaio, Schmidt et al. (2004a) verificaram que os bovinos que receberam a silagem sem aditivos despenderam mais tempo com atividades de ingestão, ruminação e mastigação, principalmente nas seis horas iniciais após o fornecimento da ração no cocho, apesar de apresentarem menor consumo de MS. Possivelmente, a presença de compostos voláteis na silagem, como álcoois, poderia ser relacionada com a inibição ao consumo de MS, mesmo em animais não saciados.

3.1. Predição do valor nutritivo de silagens de cana-de-açúcar

Em revisão recente, Pedroso et al. (2004) apresentaram simulações usando o programa do NRC (1996) para comparar predições de consumo e ganho de peso com os valores observados em ensaios de desempenho de bovinos alimentados com silagens de cana-de-açúcar. Para novilhas holandesas alimentadas com rações contendo 46% de silagem de cana-de-açúcar na MS (tabela 8), os autores verificaram que o programa superestimou o consumo de MS, em média 17%, e subestimou o ganho de peso médio diário em até 50%. Esses efeitos foram mais marcantes para os animais mais pesados. Provavelmente, os desvios de predição observados são devidos a componentes da silagem de cana-de-açúcar não contemplados no banco de dados do programa NRC (1996), uma vez que produtos da fermentação dessas silagens, como o ácido acético e o etanol podem atuar como inibidores do consumo voluntário, embora se constituam em substrato de alto valor energético e estimulantes do metabolismo, relacionados com elevação no desempenho do animal.

Para bovinos Canchim e Nelore alimentados com 45% de silagem de cana-de-açúcar na MS (tabela 10), procedeu-se a estimativa do teor energético das silagens (NDT), para que os ganhos de peso preditos pelo programa correspondessem aos ganhos observados à campo, utilizando-se os valores de consumo observados nos animais (tabela 11).

Tabela 11. Estimativa do valor energético (NDT) de silagens de cana-de-açúcar através de simulação pelo modelo NRC (1996) para bovinos Nelore e Canchim

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

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

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

Fonte: Pedrosa et al. (2004).

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

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

4. ESTIMATIVA DE CUSTOS DE ADITIVAÇÃO EM SILAGENS DE CANA-DE-AÇÚCAR /

A determinação efetiva do custo:benefício relativo à utilização de um aditivo não é uma tarefa simples, uma vez que vários fatores,

como perdas de MS, valor nutritivo da silagem, consumo de MS e desempenho dos animais, estão associados, e são influenciados, pelo aditivo em questão. Fatores como benefício em logística operacional e redução de riscos também devem ser considerados, quando compara-se a ensilagem da cana-de-açúcar com o manejo tradicional da cana, em capineira. A dificuldade está em que, esses benefícios nem sempre são tangíveis e sua mensuração é subjetiva.

Na tabela 12 são apresentadas variáveis de perdas, valor nutritivo e custos, relativos à cana-de-açúcar fresca, silagem de cana sem aditivos (controle) e silagens de cana aditivada com uréia (1% MV), benzoato de sódio (0,1% MV) e *Lactobacillus buchneri* (5×10^4 ufc/g MV). Os valores adotados para perdas de MS, valor nutritivo e consumo de MS foram obtidos por médias de ensaios experimentais desenvolvidos no Depto. de Zootecnia da USP/ESALQ, e por revisão de literatura. O ganho de peso esperado foi obtido usando-se o programa NRC Gado de corte (1996), alterando-se a composição química do volumoso e o nível de ingestão verificado em ensaios de desempenho de animais a campo. O custo para aquisição dos aditivos foi atualizado para o mês de setembro/2004, e a estimativa de custo dos volumosos foi determinada usando-se planilhas desenvolvidas pelos Departamentos de Zootecnia e Economia Agrícola da USP/ESALQ.

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

A silagem de cana sem aditivos (controle) apresenta custo 84,5% superior à cana fresca, por unidade de MS, em função dos custos de conservação (compactação, manutenção e depreciação do silo, retirada do silo) e das elevadas perdas decorrentes do armazenamento. O fato de não apresentar custo relativo à aditivação, determina o menor custo da tonelada de MS dentre as silagens avaliadas. Entretanto, em função do menor valor nutritivo, e do consumo de MS 10% inferior à cana fresca, a silagem de cana controle produz a @ com custo relativo mais elevado.

Tabela 12. Variáveis de custo associadas a inclusão de aditivos em silagens de cana-de-açúcar

Variáveis	Tratamentos				
	Cana fresca	Controle (sem aditivos)	Uréia (1% MV)	Benzoato de sódio (0,1% MV)	L. buchneri (5x10 ⁴ ufc/g MV)
Perdas					
Perdas na colheita, % da MS	12	12	12	12	12
Perdas fermentativas, % da MS	-	26	12	10	8
Perdas no painel do silo, % da MS	-	4	10	7	7
Perdas no cocho, % da MS	10	5	5	5	5
Perdas totais, % da MS	22	47	39	34	32
Risco de perdas à campo ¹	+	-	-	-	-
Logística operacional	-	+	+	+	+
<i>Valor nutritivo²</i>					
% NDT volumoso	60	50	56	56	58
% FDN volumoso	57	67	62	60	58
% PB volumoso	3,0	3,7	9,5	3,3	3,1
Consumo de MS	7,8	7,1	7,5	7,5	7,8
Ganho de peso esperado, em ração com 60% de concentrado, kg/dia ³	1,25	0,90	1,11	1,11	1,22
Custos					
Custo do aditivo, R\$/t MV	-	-	10,30	7,50	6,50
Custo final do volumoso, R\$/t MS	110,03	202,96	233,72	210,88	202,99
Custo na engorda, R\$/@	42,96	61,72	52,70	53,24	51,15
Dias para produzir uma @	24	34	27	27	25

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

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

³ Estimativas de desempenho baseadas em ensaios realizados pelo Depto. Zootecnia – USP/ESALQ, e preditas pelo programa NRC (1996) gado de corte – Macho castrado, 14 meses, 350 kg PV; concentrado a base de farelo de algodão, polpa cítrica peletizada, uréia e mistura mineral.

A aditivação com 1% de uréia na MV da cana produz o volumoso de maior custo, em função do elevado custo atual da uréia (R\$ 1030/t). Contudo o benefício na elevação do teor protéico da silagem, considerando-se 70% de recuperação de N, proporciona o custo de @ ligeiramente mais barato que o da silagem aditivada com benzoato de sódio. Para ambas, considerou-se redução de 5% no consumo de MS, em relação à cana fresca. Entretanto, alguns dados sugerem que essa redução possa superar 10%. Embora apresentem custos/@ e valor nutritivo semelhantes, uréia e benzoato de sódio diferem quanto a heterogeneidade na aplicação na ensilagem, onde a uréia, em função da maior dosagem de aplicação, leva desvantagem, devendo este fato ser considerado.

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

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

5. CONCLUSÕES

A conservação da cana-de-açúcar na forma de silagem, por várias razões, vem apresentando interesse crescente, nos setores produtivos e de pesquisa. A possibilidade de desempenhos satisfatórios, sobretudo à baixo custo, mesmo nos confinamentos de verão é uma das principais vantagens, ao considerar-se essa tecnologia. Contudo, a obtenção de resultados técnicos e econômicos positivos,

invariavelmente, é dependente da escolha correta do aditivo a ser usado na ensilagem.

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

Mais pesquisas devem ser desenvolvidas buscando-se novos aditivos, ou combinações desses, que otimizem o conjunto de benefícios diretos e indiretos proporcionados às silagens de cana-de-açúcar.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLI, I.; BAKER, B.E.; GARCIA, G. Studies on the fermentation of chopped sugarcane. **Animal Feed Science and Technology**, v.7, p.411-417, 1982.
- ALLI, I.; FAIRBAIRN, R.; BAKER, B.E.; GARCIA, G. The effects of ammonia on the fermentation of chopped sugarcane. **Animal Feed Science and Technology**, v.9, p.291-299, 1983.
- ANDRADE, J.B.; FERRARI JUNIOR, E.; BRAUN, G. Valor nutritivo da 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.
- ANDRADE, J.B.; FERRARI JUNIOR, E. Composição química da silagem de cana-de-açúcar tratada com uréia e diferentes doses de hidróxido de sódio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., Santa Maria, 2003. *Anais...* Santa Maria:SBZ, CD ROM, 2003.
- ALVAREZ, F.J.; PRESTON, T.R. Ammonia/molasses and urea/molasses as additives for ensiled sugarcane. **Tropical Animal Production**, v.1, p. 98-104, 1976.
- BERGER, L.L.; FAHEY, G.C.; BOURQUIN, L.D. et al. Modification of forage after harvest. In: FAHEY, D.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation, and utilization**. 1.ed. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society, Soil Science Society, 1994. p.922-966.
- BERNARDES, T.F.; SILVEIRA, R.N.; COAN, R.M. et al. Características fermentativas e presença de levedura na cana-de-açúcar crua ou queimada ensilada com aditivo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. *Anais...* Recife:SBZ, CD ROM, 2002.
- BRITT, D.G.; HUBER, J.T.; ROGERS, A.L. Fungal growth and acid production during fermentation and refermentation of organic acid treated corn silages. **Journal of Dairy Sciences**, v. 58, p. 532-539, 1975.
- CASTRILLÓN, M.V.; SHIMADA, A.S.; CALDERÓN, F.M. Manipulación de la fermentación en ensilajes de caña de azúcar y su valor alimenticio para borregos. **Técnica Pecuária en México**, v.35, p. 48-55, 1978.
- CASALI, A.O.; REZENDE, A.V.; BARCELOS, A.F. et al. Avaliação da silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) aditivada com raspa de batata (*Solanum tuberosum* L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. *Anais...* Campo Grande:SBZ, CD ROM, 2004.
- CHALUPA, W.; EVANS, J.L.; STILLIONS, M.C. Influence of ethanol on rumen fermentation and nitrogen metabolism. **Journal of Animal Science**, v. 23, p. 802-807, 1964.
- 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.
- DRIEHUIS, F.; ELFERINK, S.J.W.H.O.; SPOELSTRA, S.F. Anaerobic lactic acid degradation during ensilage of whole crop maize inoculated with *Lactobacillus buchneri* inhibits yeast growth and improves aerobic stability. **Journal of Applied Microbiology**, v. 87. p. 583-594, 1999.
- DURIX, A.; JEAN-BLAIN, C.; SALLMANN, H.P. et al. Use of a semicontinuous culture system (RUSITEC) to study the metabolism of ethanol in the rumen and its effects on ruminal digestion. **Canadian Journal of Animal Science**, v.71, p.115-123, 1991.
- EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A.; ABREU, J.G. et al. Silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) enriquecida com MDPS ou casca de café. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. *Anais...* Recife:SBZ, CD ROM, 2002a.
- EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A.; ABREU, J.G. et al. Silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) enriquecida com farelo de soja ou farelo de algodão. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. *Anais...* Recife:SBZ, CD ROM, 2002b.
- FREITAS, A.W.P.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C.; et al. Características da silagem de cana-de-açúcar tratada com dois inoculantes e enriquecida com resíduo de soja. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA

- DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. *Anais...* Campo Grande:SBZ, CD ROM, 2004.
- GOULD, J.; SCHOLLJEGERDES, E.J.; WESS, B.W. et al. Supplemental ethanol for ruminants consuming forage-based diets. In: UNIVERSITY OF WYOMING ANNUAL SCIENCE RESEARCH REPORT. 2001. Disponível em: <http://uwadmnweb.uwyo.edu/anisci/ANSCAnnualReport2001.htm>
- HUBER, J.T.; FOLDAGER, J.; SMITH, N.E. Nitrogen distribution in corn silage treated with varying levels of ammonia. **Journal of Animal Science**, v.48, n.6, p.1509-1515, 1979.
- HUBER, J.T.; SMITH, N.E.; STILES, J. Influence of time after ensiling on distribution of nitrogen in corn silage treated with ammonia. **Journal of Animal Science**, v.51, n.6, p.1387-1392, 1980.
- JUNQUEIRA, M. C.; NUSSIO, L. G.; ZOPOLLATTO, M.; et al. Desempenho de novilhas da raça Holandesa ou Holandês x Jersey recebendo silagem de cana-de-açúcar tratada com *L. buchneri* ou níveis de uréia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. *Anais...* Campo Grande:SBZ, CD ROM, 2004.
- LIMA, J.A.; EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G. et al. EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A.; ABREU, J.G. et al. Silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) enriquecida com farelo de trigo ou polpa cítrica. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. *Anais...* Recife:SBZ, CD ROM, 2002.
- MANZANO, R.P.; PENATI, M.A.; NUSSIO, L.G. Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos. Apostila técnica Centro de Treinamento de Recursos Humanos/FEALQ, 22p., 2002.
- MARQUES, J.A.; PRADO, I.N.; ALBUQUERQUE, K.P. et al. Avaliação do desempenho de novilhas búfalas em diferentes condições reprodutivas In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., Santa Maria, 2003. *Anais...* Santa Maria:SBZ, CD ROM, 2003.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Merlow: Chalcomb Publications, 1991. 340 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington: National Academy Press, 1996. 381p.
- NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; PEDROSO, A.F. Silagem de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO DE PASTAGENS, 20., FEALQ: USP/ESALQ, 2003, p. 100-150.
- NUSSIO, L.G.; PONCHIO, L. Cana-de-açúcar. **Revista DPA Nestlé**, maio/2004.

- PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F. et al. Bacterial inoculants and chemical additives to improve fermentation in sugar cane (*Saccharum officinarum*) silage, In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 13., Auchincruive, Scotland, 2002. *Proceedings...* Auchincruive: XIII INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE. p. 66-67. 2002.
- PEDROSO, A.F. Aditivos químicos e microbianos no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). Piracicaba, 2003. 122p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 2003.
- PEDROSO, A.F.; SCHMIDT, P.; NUSSIO, L.G. Silagem de cana-de-açúcar no confinamento de bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA DE CORTE, 5., FEALQ: USP/ESALQ, 2004, p. 243-261.
- PRADHAN, K.; HEMKEN, R.W. Utilization of ethanol and its effect on fatty acids patterns in ruminants. **Journal of Dairy Science**, v. 42, p. 1739-1746, 1970.
- PRESTON, T.R.; HINOJOSA, C.; MARTINEZ, L. Ensiling of sugarcane with ammonia molasses and mineral acids. **Tropical Animal Production**, v. 1, p. 120-126, 1976.
- RANJIT, N.K.; KUNG Jr., L. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p. 526-535, 2000.
- SANTOS, R.V.; EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A. et al. Perfil da fermentação da silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.* L.) acrescida com 10% de MDPS. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., Santa Maria, 2003. *Anais...* Santa Maria:SBZ, CD ROM, 2003.
- SCHMIDT, P.; NUSSIO, L.G.; RIBEIRO, J.L. et al. Performance of beef bulls fed sugarcane silage (*Saccharum officinarum* L.) treated with *Lactobacillus buchneri*. In: WORLD CONFERENCE IN ANIMAL PRODUCTION, 9., Porto Alegre, 2003. *Anais...* Porto Alegre: WCAP, CD-ROM, 2003.
- SCHMIDT, P.; NUSSIO, L.G. 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, p.57-109, 2004.
- SCHMIDT, P., NUSSIO, L.G., SANTOS, M.C. et al. Comportamento ingestivo de bovinos alimentados com silagens de cana-de-açúcar com

- doses de *Lactobacillus buchneri* NCIMB 40788. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. *Anais...* Campo Grande:SBZ, CD ROM, 2004a.
- SCHMIDT, P., NUSSIO, C.M.B.; RODRIGUES, A.A. et al. Produtividade, composição morfológica, digestibilidade e perdas no processo de ensilagem de duas variedades de cana-de-açúcar, com e sem adição de uréia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. *Anais...* Campo Grande:SBZ, CD ROM, 2004b.
- SILVA, S.A.R.; ROSA, B.; REIS, R.A. et al. Eficiência fermentativa da cana-de-açúcar ensilada com diferentes aditivos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., Santa Maria, 2003. *Anais...* Santa Maria:SBZ, CD ROM, 2003.
- SIQUEIRA, G.R.; BERNARDES, T.F.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. et al. Silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) crua e queimada tratada com diferentes concentrações de uréia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. *Anais...* Campo Grande:SBZ, CD ROM, 2004a.
- SIQUEIRA, G.R.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; BERNARDES, T.F. et al. Interações entre inoculantes microbianos e aditivos químicos na fermentação e na estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. *Anais...* Campo Grande:SBZ, CD ROM, 2004b.
- SIQUEIRA, G.R.; BERNARDES, T.F.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. et al. Inoculantes microbiológicos e aditivos químicos na fermentação e estabilidade aeróbia das silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) crua e queimada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. *Anais...* Campo Grande:SBZ, CD ROM, 2004c.
- TOLEDO FILHO, S.G.; SCHMIDT, P.; NUSSIO, L.G. et al. Estabilidade aeróbia de rações contendo silagens de cana-de-açúcar inoculadas com *Lactobacillus buchneri* 40788 e de ingredientes concentrados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. *Anais...* Campo Grande:SBZ, CD ROM, 2004.
- VALVASORI, E.; LUCCI, C.S.; PIRES, F.L. et al. Desempenho de bezerros recebendo silagens de sorgo ou cana-de-açúcar como únicos alimentos

volumosos. **Brazilian Journal of veterinary Research and Animal Science**, v.35, n.5, p.229-232, 1998a.

VALVASORI, E.; LUCCI, C.S.; PIRES, F.L. et al. Silagem de cana-de-açúcar em substituição a silagem de sorgo granífero para vacas leiteiras. **Brazilian Journal of veterinary Research and Animal Science**, v.35, n.3, p.139-142, 1998b.

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.

TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO E VALOR ALIMENTÍCIO DE SILAGENS DE CAPINS TROPICAIS

Ricardo Andrade Reis¹, Thiago Fernandes Bernardes²,
Gustavo Rezende Siqueira³

¹Professor Adjunto da FCAV/UNESP – Jaboticabal, SP, Pesquisador do CNPq - rareis@fcav.unesp.br;

²Professor Bolsista e Doutorando da FCAV/UNESP – Jaboticabal, SP - tfbernardes@yahoo.com;

³Mestrando da FCAV/UNESP – Jaboticabal, SP – siqueiragr@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

O Brasil devido a sua vasta extensão territorial, associado ao clima tropical, destaca-se no contexto mundial como uma das grandes potências para a produção de leite e de carne bovina. Essa característica de clima ainda permite a existência de uma grande diversidade de plantas forrageiras, de elevado potencial de produção por área. Os capins do gênero *Panicum* e *Brachiaria* vêm tomando espaço nas pastagens brasileiras, mostrando adequação e conveniência para a ensilagem. O teor mais elevado de matéria seca (MS) dessas gramíneas, no estágio de maturidade em que são colhidas, em relação ao capim-Elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) e a utilização generalizada como pasto tem mostrado a possibilidade de confecção de silagens (Reis & Coan, 2001; Nussio, 2004).

Dentre os aspectos que devem ser observados no planejamento da produção animal, o principal é a aptidão agrícola da região na qual será implantado o sistema produtivo. Assim, localidades onde a silagem de milho é a única opção como volumoso conservado, apresenta custos de produção elevados pela falta de qualificação da mão-de-obra e qualidade das práticas agrônômicas dispensadas a cultura (Nussio et al., 2002).

De posse desses conhecimentos, faz-se necessária à utilização de alimentos alternativos, com os quais os pecuaristas estão mais adaptados. Nesse sentido, trabalhos estão sendo desenvolvidos buscando-se avaliar alimentos e técnicas de produção, como é o caso da ensilagem de capins tropicais.

Além deste fato, a técnica de produção de silagem de gramíneas do gênero *Cynodon* emurchedida traz flexibilidade ao manejo do campo de produção de feno. Considerando que existe a necessidade de se contar com dias ensolarados para a secagem das plantas, o processo de fenação apresenta um sério entrave, uma vez que o momento ideal para o corte das forrageiras é coincidente com a época de chuvas. Sugere-se que na ocorrência de chuvas intercaladas e/ou pequenas estiagens a forragem seja armazenada na forma de silagem, ao invés da produção de feno. Acredita-se que, com a adoção dessa estratégia de manejo do campo de feno, evita-se a presença de forragem envelhecida e viabiliza economicamente a produção de feno (Evangelista et al., 2000).

Apesar do alto potencial de produção, o levantamento de índices técnicos realizados em propriedades onde se ensilam capins tropicais realizado por Igarasi (2002), indicou reduzida produção destas culturas (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 gramíneas tropicais são plantas susceptíveis a perdas durante a ensilagem. Essas espécies apresentam altas taxas de crescimento, porém em virtude dos altos valores de perdas verificados nas diversas fases do processo, os expressivos patamares de produtividade da matéria seca nem sempre são traduzidos em forragem de qualidade disponível aos animais. A quantificação dessas perdas e a busca por técnicas que as minimizem, devem ser priorizadas na ensilagem de gramíneas (Balsalobre et al., 2001). Além deste fato, silagem de capins tropicais requer maior espaço para armazenamento devido à baixa densidade de MS, o que prejudica a eficiência de transporte, necessitando, portanto ser confeccionada próximo ao local de utilização (Nussio, 2004).

MECANIZAÇÃO DO CORTE, TAMANHO DE PARTÍCULA E COMPACTAÇÃO

Os índices de qualidade das silagens produzidas no Brasil têm ficado abaixo das expectativas do que se poderiam considerar como volumoso conservado de qualidade satisfatória. Os rendimentos a campo são frequentemente baixos e irregulares, principalmente nas

silagens de capim, fato esse que encarece sobremaneira o custo do alimento preservado e reduz consideravelmente a disponibilidade de volumoso de alta qualidade para o rebanho. Dentre os fatores que estão relacionados com tal fato, encontram-se a mecanização do corte. As máquinas nacionais utilizadas para essas atividades ainda apresentam falhas, com rendimentos irregulares, necessidade freqüente de manutenção e em alguns casos o tamanho de corte das partículas não é adequado para o desempenho animal.

Quando a propriedade agrícola produz silagem de milho e sorgo, não são encontrados grandes entraves, pois os modelos de máquinas que realizam o trabalho de corte evoluíram com o passar dos anos, porém, alguns pontos podem ser ressaltados, como perdas de amido nas fezes por uso de máquinas que não quebram os grãos. Entretanto, o corte mecanizado de capins tropicais apresenta freqüentes problemas de manutenção, rendimento e longevidade dos conjuntos mecanizados, o que limita o desenvolvimento e a evolução de sistemas com base na utilização dessas culturas.

Em meados da década de 90, houve a retomada da ensilagem de capins tropicais dentro do sistema agrícola, pois até o momento havia falta de máquinas apropriadas para o corte das plantas de alto potencial de produção. Algumas empresas nacionais passaram a desenvolver e produzir equipamentos de maior capacidade operacional, e conseqüentemente, diversas propriedades adotaram a ensilagem de capins tropicais como alternativa para suplementação volumosa dos animais no período seco do ano. Atualmente, alguns técnicos que optaram pelo uso de silagem de capim, estão desestimulados a continuarem com essa opção, pois o planejamento de produção de volumosos dentro da propriedade, dificilmente é obedecido, pelas dificuldades encontradas na manutenção das máquinas agrícolas.

Outro aspecto que deve ser lembrado na ensilagem de capins tropicais é o tamanho da partícula obtida no corte. Em experimentos realizados na UNESP/Jaboticabal com silagens de capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), cerca de 72% das partículas têm apresentado tamanho superior a 3,1 cm, o que é considerado desvantajoso do ponto de vista de compactação e de densidade da massa ensilada, bem como para o consumo dos animais.

Tabela 1. Características físico-químicas das silagens observadas nas propriedades durante o levantamento de índices técnicos

Propriedade	UF	Colhedora	%MS	pH	Densidade		Tamanho de partícula		
					Kg MV/m ³	Kg MS/m ³	>1,905	1,91-0,79	<0,78
Cascata 1	SP	ICMA	13,5	4,59	528	91,1	91,1	6,3	2,6
Oroite	SP	Siltomac 730	22	5,26	801	108,2	69,5	20,3	10,2
São João	SP	Siltomac 775	19,6	4,97	891	174,6	88,1	7,6	4,3
Jacutinga	SP	Siltomac 706	34,5	5,09	413	142,6	91,4	5,4	3,2
Cascata 2	SP	Siltomac 730	18,4	5,71	660	93,1	78,7	12,5	8,8
Katayama	SP	Casale 2000	18,2	5,44	477	86,7	91,3	5,2	3,5
Negrinha	SP	Siltomac 775	34,9	4,71	484	169,0	88,7	5,3	6,0
São José	GO	Siltomac 730	35,9	4,27	423	152,0	85,3	5,7	9,0
Capivara	SP	Siltomac 730	21,4	4,54	640	101,8	74,0	17,5	8,5
Carpa	MT	Casale 2000S	25,3	5,1	600	151,9	82,2	10,7	7,1
São Geraldo	GO	Siltomac 730	25,8	4,99	496	128,0	93,8	3,9	2,3
Rodeio	GO	Siltomac 730	32,2	4,05	540	173,9	80,9	10,1	9,0
Santa Fé	GO	Casale 2000	25,4	5,13	723	183,5	91,3	4,4	4,4
Marca	MT	Case 7400	29	4,96	793	230,0	12,7	71,3	15,9
Média			25,4	4,92	605	141,9	79,9	13,3	6,8
Desvio Padrão			7	0,4	151	42,5	20,6	17,4	3,8
CV (%)			27,7	9,1	25	29,9	25,8	131,0	55,8
Valor máximo			35,9	5,71	891	230,0	93,8	71,3	15,9
Valor mínimo			13,5	4,05	413	86,7	12,7	3,9	2,3

Fonte: Igarasi (2002)

Igarasi (2002) realizou um levantamento de índices técnicos associados à produção de silagens de capins tropicais em 14 fazendas localizadas na região Sudeste e Centro Oeste (Tabela 1), onde apenas uma propriedade se diferenciou em relação às outras quanto ao tamanho de partícula, apresentando 12% das partículas retidas na peneira de

1,905 cm, enquanto que as demais colhedoras apresentaram valores acima de 69,5%. Esse fato determinou alteração nas densidades das silagens, com exceção daquela originada da colhedora Case 7400, todas as demais caracterizaram valores de densidade inferiores aos recomendados por Holmes & Muck (1999), que citam o valor limite mínimo de 225 kg MS/m³, para que a densidade não seja restrita na obtenção de uma silagem de qualidade satisfatória.

A partir de 2002, as empresas nacionais fabricantes de colhedoras para ensilagem de capins objetivaram a associação positiva entre o uso de máquinas e as exigências nutricionais dos animais, no sentido de um alimento com menor tamanho de corte. Entretanto, as máquinas que passaram a desenvolver tamanho de partícula menor, apresentaram redução na capacidade de colheita, que em geral os números obtidos a campo, apontam para 1/3 do rendimento dos modelos que cortam partículas maiores (modelos antigos), ou seja, se a capacidade de colheita era de 30 t/h, esse rendimento para os modelos que picam menor passou a ser de 10-12 t/h (Bernardes, 2004a).

Ruppel et al. (1995) avaliaram o manejo da produção de silagens de milho em 12 fazendas no Estado de Nova York (EUA) e encontraram que o peso de compactação e o tempo gasto com a compactação, dentre os parâmetros avaliados foram os que melhores correlacionaram com as variações nas densidades das silagens. Segundo os autores, o peso do equipamento deve ser de 40% do peso de forragem transportada por hora e a espessura da camada a ser colocada no silo deve estar entre 15-30 cm. Holmes & Muck (1999) recomendam que o tempo de compactação do silo deve ser de 1-1,2 vezes o turno de colheita, ou seja, se o turno de colheita durar 10 horas/dia, o tempo de compactação deve ser de 10 a 12 horas/dia. Em situações onde a redução do tamanho médio de partícula é limitada pelas colhedoras de forragem (por exemplo, colheita capins tropicais) o equipamento constitui-se no principal fator restrito ao aumento da densidade da silagem (Nussio, 2004). Avaliando silagem de capim-Marandu (35% MS) com diferentes densidades 97,4; 118,6; 139,2 e 164,1 kg MS/m³, Amaral (2004) encontrou recuperações de MS em 60 dias de armazenamento de 83,1, 83,3, 93,2 e 94,4%, respectivamente, demonstrando os benefícios da maior densidade na redução de perdas.

PROCESSO DE FERMENTAÇÃO

A fase fermentativa reflete o processo de confecção do silo e das características intrínsecas da planta ensilada, sendo a principal definidora do valor alimentício da silagem produzida. A fermentação consiste na conversão de carboidratos solúveis em ácidos orgânicos, por meio de microrganismos inerentes ao próprio ambiente, no qual tendo encontrado condições adequadas, prevalecem.

Os processos biológicos envolvidos na transformação da forragem úmida em silagem, em meio anaeróbio e na utilização da mesma são divididos em várias etapas (Figura 1). A primeira delas inicia-se quando a planta é colhida, e durante esta fase, os organismos aeróbios epifíticos respiram convertendo carboidratos solúveis (CS) em dióxido de carbono, água e calor. As próprias enzimas das plantas também promovem a hidrólise de amido, e da hemicelulose a monossacarídeos. Desta forma, o oxigênio contido na massa ensilada é rapidamente consumido após o fechamento do silo. Sob condições ideais de umidade, tamanho de partícula e compactação a atividade aeróbia pode durar poucas horas (McDonald et al., 1991).

Segundo Woolford (1984) a fase aeróbia resulta em perdas de matéria seca e de nutrientes, contudo, ela ajuda a criar um ambiente anaeróbio produzindo certas toxinas que podem servir para estender a estabilidade aeróbia da silagem durante a posterior utilização.

Quando quase todo o oxigênio é consumido durante a fase inicial aeróbia da ensilagem inicia-se a segunda fase, ou seja, a fermentação. De acordo com Van Soest (1994) o tempo de fermentação depende, principalmente, do teor de CS, da capacidade tamponante (CT) e do conteúdo de umidade da forragem, ficando normalmente entre 10 e 14 dias. Os microrganismos anaeróbios que se desenvolvem na silagem fermentam hexoses (glicose e frutose) e pentoses (ribose e xilose), produzindo etanol, ácidos graxos voláteis (AGV), ácido lático e CO₂.

As enterobactérias, que por tolerarem o calor produzido na primeira etapa, iniciam o processo fermentativo, seguidas pelas bactérias heterofermentativas. Esses dois grupos de microrganismos criam um ambiente favorável para as bactérias homofermentativas, que são viáveis em pH abaixo de 5,0. A queda no pH sinaliza o final da fase anaeróbia

inicial, que geralmente ocorre entre 24 a 72 horas após a ensilagem (Woolford, 1984).

Pré-fechamento	Fermentação ativa	Fase estável	Abertura
Respiração da planta ----->			
Proteólise enzimática ----->			
Hidrólise enzimática de Carboidratos ----->			
Morte das células da planta ----->			
Leveduras ----->			
Fungos ----->			
Bactérias acéticas----->			
Bacillus----->			
Bactérias lácticas ----->			
Clostridium ----->			
Reação de Maillard ----->			
Hidrólise ácida da hemicelulose ----->			

Figura 1. Principais fases e atividades das plantas, microrganismos e processos químicos observados durante a ensilagem. Fonte: Rotz & Muck (1994)

Bernardes (2003) observou presença de enterobactérias nas silagens de capim-Marandu ensilada com e sem polpa de citrus em silos experimentais, até quatro dias de fermentação, sendo o máximo encontrado no primeiro dia (3 log UFC/g de silagem). Nesse dia o valor médio do pH foi de 5,5, e aos quatro dias de fermentação esse valor foi reduzido para 4,2. Desta forma, pode-se observar a inter-relação entre valores de pH e espécie microbiana predominante na massa ensilada (Figura 2).

Neste mesmo estudo, a sucessão de bactérias heterofermentativas por homofermentativas deu-se no quarto dia de ensilagem do capim-Marandu (Figura 2). Após o quarto dia de

ensilagem, houve o desenvolvimento percentual crescente de bactérias homofermentativas até o quinquagésimo sexto dia, nesse período em média 70% das bactérias foram classificadas como homofermentativas (Bernardes, 2003). De acordo com McDonald et al. (1991) quando o pH da silagem atinge valor inferior a 5,0 a população de bactérias ácido-láticas heterofermentativas diminui em função da acidez inibitória ao seu crescimento. Com a contínua queda do pH há aumento na população de bactérias homofermentativas, as quais são mais eficientes (produzem somente ácido láctico), levando a redução mais rápida do pH.

Segundo McDonald et al. (1991) o número de bactérias ácido-láticas, requerido para que ocorra acentuada queda de pH é de aproximadamente 8,0 log UFC/g de silagem. No entanto, vários autores têm registrado populações iniciais entre 3,7 e 6,3 log UFC/g de silagem em várias culturas, com boa conservação da forragem ensilada (Higginbotham et al. 1998; Driehuis et al. 2001 e Whiter e Kung Jr. 2001). Pelos dados encontrados no estudo de Bernardes (2003), a população no momento da ensilagem não seria suficiente para proporcionar efetiva produção de ácido láctico. Porém, a partir do primeiro dia de fermentação o número de microrganismos aumentou, apresentando-se dentro da faixa necessária para uma rápida acidificação (Figura 2).

A preservação da forragem no silo normalmente depende da atividade das bactérias lácticas, as quais fermentam açúcares produzindo ácido láctico e outros produtos. Isto ocorre de maneira extremamente consistente, uma vez que as bactérias lácticas ocorrem em baixa quantidade na forragem. Tem-se que as bactérias lácticas apresentam características que ajudam no desenvolvimento dentro do silo, podendo-se destacar a ampla tolerância à pressão osmótica, aos níveis de oxigênio e a temperatura. Nas condições adequadas esse grupo de bactérias tende a crescer rapidamente e produz compostos que inibem as demais bactérias.

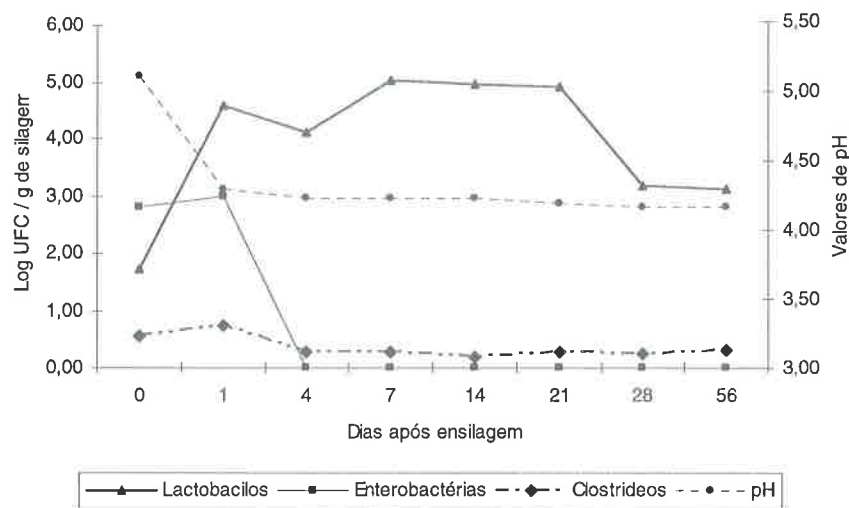


Figura 2. Dinâmica microbiológica e valores de pH em função do tempo após o fechamento dos silos de capim-Marandu. Fonte: Bernardes (2003).

O propósito da ensilagem, além de garantir a fermentação láctica é o de inibir microrganismos como clostrídeos, enterobactérias, leveduras e fungos. O crescimento de clostrídeos é estimulado pela alta temperatura de estocagem, baixo teor de matéria seca, baixo teor de CS e alta CT. Quando a acidez não é suficiente para prevenir a multiplicação dos clostrídeos, ocorre o que se chama de fermentação secundária. Esta fermentação é realizada por bactérias do gênero *Clostridium*, capazes de produzir ácido butírico a partir da glicose e do ácido láctico, além de degradarem proteínas produzindo amônia e outros compostos (McDonald et al. 1991).

O controle do desenvolvimento de clostrídeos e enterobactérias é feito através da redução do pH. Contudo, para ambos os grupos é mais importante o controle do desenvolvimento pela concentração de ácidos não dissociados. Lindgreen citado por Muck & Shinnors (2001) observou que concentração de 10 mM e 6 mM de ácido láctico não dissociado inibiu o desenvolvimento de *Enterobacterias* sp. e

Clostridium tyrobutyricum, respectivamente, em silagens com diferentes pH.

FATORES QUE INTERFEREM NA FERMENTAÇÃO

Dos fatores que determinam o padrão de fermentação durante a ensilagem, destacam-se os intrínsecos à planta forrageira como o adequado teor de umidade, elevados teores de carboidratos solúveis e baixa capacidade tamponante. Com relação aos fatores do meio, a fermentação adequada só é garantida em ambiente de anaerobiose, pela adoção correta das técnicas da ensilagem.

Em princípio, qualquer espécie forrageira, anual ou perene, pode ser ensilada. A ensilagem, porém, é basicamente um método de preservação do valor alimentício da planta forrageira e não um método para melhorá-lo, geralmente ocorrendo em decréscimo do mesmo.

Uma decisão importante a ser tomada no processo de ensilagem é a determinação do conteúdo de MS da planta a ser ensilada. O conteúdo de MS determina as alterações que podem ocorrer durante o processo de fermentação da forragem. Silagens com menos de 30% de MS (Figura 3), podem apresentar elevadas quantidades de efluentes e fermentação por bactérias do gênero *Clostridium*, resultando em perdas apreciáveis, caracterizando-se como silagem de baixo valor alimentício. Em forragens mais secas (particularmente acima de 50% de MS), as perdas podem ser altas durante o emurchecimento devido à precipitação, respiração da planta e danos mecânicos. Durante o armazenamento, em decorrência da compactação inadequada, pode-se observar a ação de microrganismos aeróbios resultando em aquecimento e alterações químicas, como por exemplo a reação de Maillard (Figura 1).

Observa-se na Figura 3, que se a concentração de CS é alta e a CT é baixa, pode-se obter silagens de boa qualidade mesmo com plantas com baixo conteúdo de MS. Por outro lado, quando se observa a situação inversa, somente se produz silagens de boa qualidade quando o conteúdo de MS é alto.

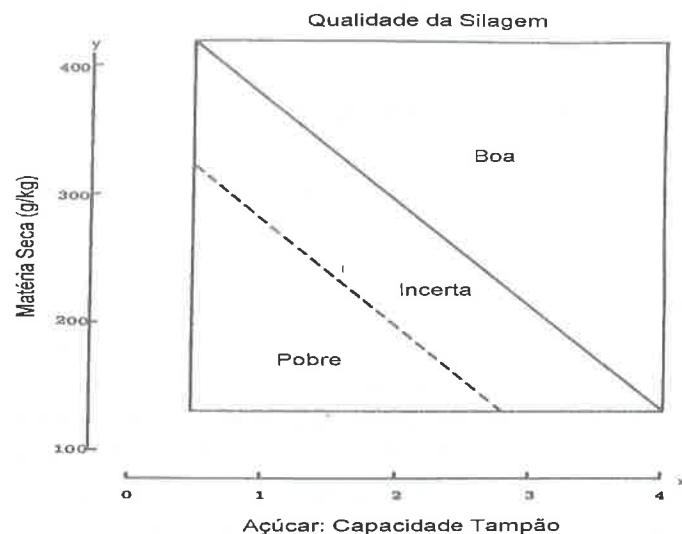


Figura 3. Relação entre conteúdo de matéria seca e proporção açúcar: capacidade tampão e seus efeitos na qualidade final das silagens. Fonte: Weissbach et al., citado por Woelford (1984)

Com alta concentração de MS tem-se a inibição da atividade de bactérias do gênero *Clostridium* mediante o efeito da atividade de água (A_w), que é uma medida de disponibilidade de água para o crescimento de microrganismos. Segundo Dodds & Austin (1997) os níveis mínimos de A_w que permitem o crescimento de algumas espécies de clostrídeos está entre 0,95 e 0,97. Esse fato confirma a constatação de Igarasi (2002) que encontrou A_w de 0,94 e 0,98 nas silagens produzidas na seca e nas águas, respectivamente, verificando menores teores de nitrogênio amoniacal naquelas produzidas durante o inverno.

A chave para inibir o crescimento deste grupo de bactérias é o rápido abaixamento do pH. O valor crítico para se atingir este objetivo varia com o tipo de cultura e seu conteúdo de MS. Com gramíneas de clima temperado e leguminosas, a fermentação clostrídica é controlada se o conteúdo de MS da cultura for de 25 a 35%. Contudo, este valor pode variar substancialmente em função das condições de crescimento

(temperatura, umidade e radiação solar) e chuvas durante o emurchecimento.

De acordo com Woelford (1984) a relação entre estes fatores que determinam a qualidade da silagem pode ser representada pela equação: $y = 450 - 80x$, onde y corresponde ao conteúdo de MS (g/kg) e x , a relação entre açúcares solúveis e capacidade tampão. Se a concentração de carboidratos é suficientemente alta, as condições são mais favoráveis para o estabelecimento e crescimento de bactérias homofermentativas, permitindo a conservação da forragem no meio ácido devido à produção de ácido lático (Woelford, 1984, McDonald et al., 1991).

Tabela 2. Teores de matéria seca, de carboidratos solúveis (CS.) e capacidade tampão (CT) de gramíneas tropicais

Espécies	MS ¹	CS ²	CT ³	Referência
B. decumbens (maduro)	30,6	6,8	24,6	Tosi, 1973
Colonião (maduro)	29,1	6,3	18,4	
Andropogon (maduro)	39,7	6,1	16,7	
Jaraguá (maduro)	32,3	5,9	22,6	
Elefante (maduro)	24,2	11,4	13,3	
B. brizantha (56 dias de	22,9	1,1	21,6	Bernardes, 2003
Taiwan A-148 (imatur)	15,9	14,5	23,2	Tosi et al., 1999
Taiwan A-148 (imatur)		16,9		Tosi et al., 1989
Mott (maduro)	14,1	7,1	36,8	Tosi et al., 1995
Tanzânia (45 dias de	28,4	8,6	14,5	Coan, 2001
Tanzânia (60 dias de	31,3	8,9	15,4	
Mombaça (45 dias de	24,2	12,4	18,1	
Mombaça (60 dias de	25,1	12,4	20,9	

¹ %, ² % MS, ³ e.mg de HCl/100 g de MS

A análise dos dados da Tabela 2 evidencia que as gramíneas forrageiras tropicais colhidas no estágio vegetativo, ou seja, com alto VN apresentam baixos conteúdos de MS o que dificulta a conservação

da forragem na forma de silagem. Em relação aos conteúdos de CS e CT observa-se uma ampla variação em função de espécies e época de colheita. De acordo com Woolford (1984) e McDonald et al. (1991) os teores mínimos de CS que garantem o processo adequado de fermentação estão na faixa de 8 a 10% da MS. É importante salientar que existe uma importante interação entre os conteúdos de carboidratos, CT e conteúdo de MS influenciando a padrão de fermentação das silagens.

Outra equação para avaliar a capacidade fermentativa (CF) de forragens foi proposta por Weissbach e Honig (1996) citados por Oude Elferink et al. (1999). Sendo definida como: $CF = MS + 8 \times (CS/CT)$; onde a matéria seca é expressa em %, o CS em % da matéria seca e a CT em e.mg de HCl/100 g de MS.

Utilizando os valores da Tabela 2, daquelas referências que apresentaram os três parâmetros (MS, CS e PT), encontrou-se como CF média o valor de 30,10, segundo Oude Elferink (1999) forragens com $CF < 35$ são consideradas insuficientes para produção de silagens lácticas.

Segundo Catchpoole & Henzel (1971) se o conteúdo de CHOs estiver abaixo de 15% na matéria seca, a produção de ácido láctico é muito limitada. Entretanto, de acordo com Winters et al. (1987) e Chamberlain (1987) durante a fase inicial de ensilagem enzimas das células vegetais são capazes de romper a estrutura celular e disponibilizar nutrientes para a fermentação.

Os dados do Tabela 3 evidenciam que é grande a variação na qualidade das silagens de gramíneas tropicais, quando se avalia o pH, N amoniacal e conteúdos de ácidos orgânicos, os quais são indicativos precisos para avaliação do padrão de fermentação. É importante destacar os valores de N amoniacal, em alguns casos superiores a 15 % NH_3/NT , considerado indicativo de fermentação butírica (Woolford, 1984, McDonald et al., 1991) os quais são comumente observados em silagens de capins.

Tabela 3. Características químicas de silagens de gramíneas forrageiras tropicais

Espécie	pH	NH_3/N T	Ácido orgânicos (% MS)			Referência
			Lático ¹	Acético ¹	Butírico ¹	
Taiwan A-148 (maduro)	3,9	17,9	19,9	3,7	0,0105	Tosi et al., 1989
Taiwan A-148 (imaturo)	3,7	25,2	14,9	6,7	0,019	Tosi et al., 1999
Cameroon (maduro)	4,3	19,6	5,1	2,1	0,18	Faria et al., 1995
Tanzânia (45 dias rebrota)	4,9	6,02				Coan, 2001
Tanzânia (60 dias rebrota)	4,9	5,6				
Mombaça (45 dias rebrota)	4,9	7,1				
Mombaça (60 dias rebrota)	4,9	7,5				

¹ Ácidos orgânicos expressos em porcentagem de matéria seca

Ao analisar conjuntamente os dados das Tabelas 2 e 3, com ênfase nos resultados de Tosi et al. (1989) e Tosi et al. (1999) observa-se que os valores encontrados de CS 16,9 e 14,5 %, não seriam suficientes nem para produção do ácido láctico observado 19,9 e 14,9 %. Chamberlain (1987) em estudos realizados com azevém (*Lolium multiflorum*) relatou que após 6-7 dias de ensilagem foi possível aumentar o teor de carboidratos solúveis em 30%, devido à quebra de ligações químicas dos carboidratos estruturais, principalmente da hemicelulose. Destacando, que a análise de carboidratos solúveis pode vir a subestimar o substrato disponível para a fermentação láctica. Contudo, com teores de CHOs abaixo do recomendado (10-15%) é possível produzir silagens de qualidade satisfatória.

As informações do Tabela 4 mostram as variações na composição química de silagens de capins tropicais. É importante

salientar, que o processo de fermentação altera a composição da forragem, e via de regra o VN das silagens é inferior aos das plantas, uma vez que durante o processo ocorrem reações químicas que degradam compostos de alto valor nutricional, como os carboidratos solúveis e proteína.

Tabela 4. Valor nutritivo de silagens de gramíneas forrageiras tropicais

Espécie	PB	FDN	FDA	DMS*	Referência
B. brizhanta (56 dias	9,3	71,0	46,0	44,0	Bernardes,
Taiwan A-148	8,6	52,3	31,0	58,0	Tosi et al.,
Tanzânia (45 dias	12,2	76,5	45,6	56,3	Coan, 2001
Tanzânia (60 dias	10,5	78,0	49,5	53,7	
Mombaça (45 dias	13,4	76,4	44,1	53,2	
Mombaça (60 dias	11,3	73,9	47,5	52,2	

* Digestibilidade da MS

DESCARREGAMENTO DO SILO

Algumas fazendas têm produzido silagens de alta qualidade devido aos cuidados tomados durante todo o processo de ensilagem (corte, colheita, picagem, compactação, vedação e uso de aditivos), porém, com alta frequência têm ocorrido erros no dimensionado dos silos, provocando grandes perdas durante o fornecimento da silagem aos animais.

A inobservância dos processos de oxidação de nutrientes pelos microrganismos aeróbios, e a conseqüente deterioração da silagem após a abertura do silo tem tido pouca importância na prática por se tratar na maioria das vezes de um problema "subclínico" (Bernardes & Siqueira, 2003). Pois, quando as silagens são expostas ao ar, microrganismos oportunistas iniciam atividade metabólica produzindo calor e consumindo nutrientes, revelando o desabastecimento do silo e o fornecimento da silagem aos animais como um importante dreno de matéria seca e energia durante o processo de ensilagem.

Na academia este assunto é denominado estabilidade aeróbia da silagem e é definido por alguns pesquisadores (Ruppel et al., 1995; O' Kiely et al., 1999; Driehuis et al., 2001) como sendo o tempo observado para que a massa de silagem, após a abertura do silo, apresente elevação na temperatura (1 a 3°C) em relação a temperatura ambiente.

Observa-se em alguns trabalhos de pesquisa (Bernardes, 2003; Bernardes et al. 2004a; Bernardes et al. 2004b; Bernardes et al. 2004c; Bragueto, 2004; Lucio, 2004) que as silagens de capins tropicais aditivadas ou não, produzidas com valores de MS próximos de 20%, não ultrapassam os valores de temperatura do ambiente quando expostas ao ar em condições experimentais (Figura 4). Silagens de capins tropicais apresentam deterioração caracterizada, principalmente por bactérias aeróbias, devido as suas particularidades como, alta umidade, estabilidade de fermentação em pH acima de 4,5 e ausência de substrato para o crescimento de microrganismos. O inverso ocorre com silagens de alta qualidade como as de milho e de sorgo, que são deterioradas principalmente por leveduras e fungos (Bernardes, 2003). Dessa forma, as silagens de capim não acumulam temperatura durante a exposição aerobia, pois as bactérias aeróbias não produzem calor durante o seu metabolismo como os fungos e leveduras.

Entretanto, em experimento realizado com silagem de capim-Marandu contendo 35% MS, e tendo como tratamentos capim-Marandu (A), tratamento A com *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici* e celulasas + hemicelulasas (B) e tratamento B com *Lactobacillus buchneri* (C), utilizando silos de média escala (12 toneladas) do tipo superfície, Bernardes (2004b) observou que as temperaturas no painel do silo se elevaram conforme a silagem foi sendo utilizada. A silagem do tratamento B alcançou o valor médio de 57°C (27°C acima da temperatura ambiente) no décimo segundo dia após a abertura do silo, porém, em condições de fazenda (silos de grande escala) não tem-se observado aquecimento da massa de silagem de capins do gênero *Panicum* e *Brachiaria* com 20%MS após a quebra da vedação.

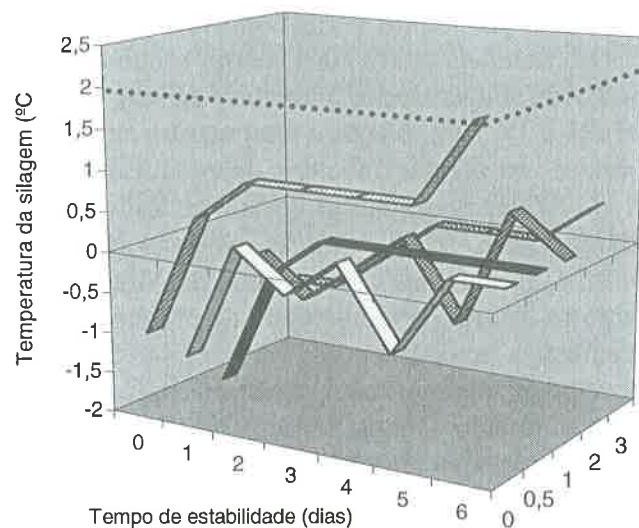


Figura 4. Variação temporal da temperatura das silagens de capim Marandu contendo diferentes concentrações de benzoato de sódio (0, 0,5, 1, 2, e 3 g/kg) durante a exposição ao ambiente. Temperatura = 0 refere-se à temperatura ambiente (25°C)
Fonte: Bernardes et al. (2004b)

Apesar de não haver elevação da temperatura das silagens, isto não significa que elas sejam estáveis, pois como pode ser observado na Tabela 6 houve aumento dos valores de pH quando essas foram expostas ao ambiente por seis dias. Possivelmente, os ácidos orgânicos das silagens foram consumidos pelos microrganismos aeróbios, pois segundo Kung Jr. (2001) estes microrganismos degradam o ácido lático com facilidade após a quebra da vedação gerando dióxido de carbono, etanol e ácido acético.

Tabela 5. Valores de pH das silagens de capim-Marandu confeccionadas sob diferentes densidades

Densidades (kg MS/m ³)	pH			
	Ensilagem	Abertura	Dia 3	Dia 6
97,4	5,8	6,77	7,78	8,47
118,6	5,93	6,79	8,85	9,08
139,2	5,95	4,89	5,41	6,74
164,1	5,92	4,83	5,38	6,86

Fonte: Amaral (2004)

Quando os estudos sobre estabilidade aeróbia se iniciaram no Brasil, houve uma cópia da metodologia que os norte americanos e europeus adotavam. A técnica consiste na retirar uma amostra de silagem proveniente de silos experimentais e colocá-la em recipiente sob aerobiose, acompanhando a evolução da temperatura até que esta ultrapasse de 1 a 3°C a temperatura ambiente e este momento era considerado como “quebra da estabilidade”. Porém, o Brasil apresenta outras espécies de forrageiras (por exemplo, capins tropicais) outros microrganismos e outras condições de clima. Dessa forma, determinadas metodologias não são adequadas para as nossas condições ambientais, como foi observado nos trabalhos comentados acima. Isto não significa que a metodologia de alteração de temperatura não seja apropriada. Entende-se que ela deve ser utilizada em determinadas condições, como na determinação da estabilidade aeróbia de silagens de milho, sorgo e cana-de-açúcar, caso contrário pode haver interpretação errônea dos resultados. Recomenda-se que outras características sejam avaliadas na silagem durante a sua deterioração aeróbia, como valores de pH, concentrações de carboidratos solúveis e de ácidos orgânicos, teores de nitrogênio amoniacal e de componentes da parede celular.

ADITIVOS PARA A ENSILAGEM

Quando a forrageira não apresenta condições ideais para ser ensilada (baixo teor de MS e/ou baixo carboidratos solúveis) pode-se

fazer uso de aditivos que favoreçam o processo fermentativo. Os aditivos têm dois principais propósitos na silagem: influenciar o processo fermentativo, favorecendo a conservação e melhorar o valor nutritivo.

Uma ampla variedade de aditivos podem ser utilizados na ensilagem, incluído os inoculantes bacterianos, enzimas e estimulantes da fermentação.

INOCULANTES BACTERIANOS

Os inoculantes bacterianos abrangem a classe de aditivos com mais rápido desenvolvimento e adoção em todo o mundo, devido principalmente à facilidade de manipulação, ausência de toxicidade para os mamíferos e grande disponibilidade no mercado. O princípio básico de atuação destes produtos é o incremento na população de bactérias homofermentativas capazes de competir com a fauna epifítica existente na forragem, de maneira a aumentar a produção de ácido láctico.

Um ponto fundamental, quando se utiliza um aditivo, é conhecer o quanto ele pode melhorar o padrão de fermentação, o consumo, a digestibilidade e a produção animal, e se é economicamente viável. Infelizmente, são poucos os trabalhos na literatura que abordam todos estes parâmetros; normalmente, os estudos se detêm apenas aos aspectos bromatológicos das silagens resultantes e dessa forma, não permitem ainda uma posição segura quanto à sua utilização ou não em larga escala.

A eficiência de utilização de inoculantes bacterianos depende do conteúdo de MS da forragem, da quantidade de CS disponíveis e da anaerobiose no silo. Quando o carregamento do silo é demorado favorece o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis em prejuízo das bactérias produtoras de ácido láctico. O uso do inoculante bacteriano promove teoricamente aumento na taxa de fermentação (maior relação ácido láctico/acético), diminuindo a proteólise e a deaminação de aminoácidos, com uso mais eficiente dos CS e, em consequência, maior retenção de nutrientes na silagem (Henderson, 1993). A maioria dos produtos comerciais inclui as bactérias dos gêneros *Pedococcus* e/ou *Streptococcus*, os quais têm sua atividade em pH entre

5,0 e 6,5 e estirpes de *Lactobacillus* homofermentativos que são mais efetivos na produção de ácido láctico em pH mais ácido.

De acordo com Rotz e Muck (1994) os aditivos mais usados nos EUA são os inoculantes bacterianos com objetivo de aumentar a população de bactérias lácticas. Para a seleção de bactérias tem-se como critérios principais, seu rápido crescimento e serem homofermentativas.

No sumário apresentado por Muck & Kung Jr (1997) de dados sobre a utilização de inoculantes na produção de silagem, foram relacionados resultados experimentais do período de 1990 a 1995. Em 60% dos experimentos houve efeito positivo do inoculante sobre o pH ($n=221$) e na relação ácido láctico/acético ($n=233$) e redução do $\text{NH}_3\text{-N}$ em 55% dos experimentos ($n=148$). Também foi observado aumento na recuperação de MS em 38% dos trabalhos ($n=34$) e aumento de cinco unidades percentuais na digestibilidade da MS em 33% dos trabalhos ($n=82$). Com relação à estabilidade aeróbica da silagem não houve efeito ou piorou em 60% dos experimentos.

A compilação de resultados de um grande número de experimentos realizados entre 1985 e 1992 revela que houve melhora na fermentação em 40% das silagens de milho, 75% das silagens de alfafa e 71% das silagens de outras gramíneas. Como média, a performance animal aumentou na ordem de 2 a 4%, dependendo do parâmetro avaliado (ganho de peso, produção de leite, ingestão, eficiência do alimento) (Rotz e Muck, 1994).

Kung Jr & Muck (1997) relatam o efeito da inoculação sobre a ingestão e desempenho animal em trabalhos publicados no período de 1990 a 1995. A utilização de inoculantes apresentou efeito positivo em 28% de 67 trabalhos avaliando a ingestão de MS, 53% de 15 trabalhos avaliando o ganho em peso e em 47% de 36 dos trabalhos avaliando produção de leite. Nessa revisão, nos bovinos leiteiros a média no aumento do consumo de MS de silagem foi de 0,5 kg (4,8%) resultando em aumento de produção de leite em 1,18 kg/dia (4,6%). No gado de corte, o aumento de 0,455 kg (7,5%) no consumo de MS de silagem e de 0,083 kg/dia (11%) no ganho em peso.

Observa-se que quando são contrastadas as respostas positivas dos inoculantes na fermentação e na produção animal, os resultados são inferiores na performance animal, pois entre estes dois parâmetros

existe uma fase de transição, a qual denomina-se deterioração aeróbia. Dessa forma, os nutrientes que foram preservados ou produzidos durante a fermentação (ácido láctico) pela presença de bactérias lácticas, são degradados quando o silo é aberto, indisponibilizando-os para os animais (Bernardes, 2004c).

O principal enfoque na indústria de inoculantes é à busca de produtos a base de bactérias homofermentativas. Contudo, uma linhagem de bactéria heterofermentativa (*Lactobacillus buchneri*), tem-se mostrado promissora em aumentar a estabilidade aeróbia das silagens (Weinberg & Muck, 1996).

Bactérias heteroláticas fermentam glicose produzindo ácido láctico e etanol, e a frutose produzindo ácido láctico, acético e manitol, porém o *L. buchneri* não possui a enzima acetadeído desidrogenase responsável pela redução de acetaldeído a etanol. Portanto, esse microrganismo não produz etanol, conseqüentemente ocorre aumento na concentração de ácido acético como produto final de sua fermentação (McDonald et al., 1991).

A ação esperada na utilização de aditivos heterofermentativos é sobre a estabilidade aeróbia da silagem. O *L. buchneri* produz ácido acético durante o processo fermentativo, que é considerado um ácido fraco com baixo potencial na redução do pH, porém atua sobre o metabolismo de leveduras e fungos devido à permeabilidade da membrana ao ácido na forma não dissociada. Dentro das células, o ácido acético é dissociado, liberando íons H^+ , baixando rapidamente o pH intracelular. Para aumentar o pH intracelular, o microrganismo tem que expulsar os íons H^+ , implicando em gasto de energia, por se tratar de um processo de transporte ativo, retardando o crescimento e podendo causar a morte celular (Walker, 1998).

No estudo realizado por Bernardes et al. (2004a), avaliando a estabilidade aeróbia de silagens de capim-Marandu colhida aos 58 dias de rebrotação tratadas ou não com *L. buchneri*, não foi observado melhora na estabilidade aeróbia embasando-se nos valores da temperatura. Avaliou-se também a estabilidade de cocho, isto é, a manutenção da temperatura da ração (volumoso e concentrado), utilizou-se ração com relação volumoso concentrado de 50:50 %. Os

autores não observaram diferença estatística nos dados de estabilidade das silagens inoculadas e controle.

Em outro estudo do mesmo grupo de pesquisa foram avaliadas silagens de capim-Marandu com diferentes concentrações de matéria seca (200, 300 e 350 g /kg) e com presença e ausência do *L. buchneri*. O *L. buchneri* propiciou silagens com maiores valores de pH na abertura, o que é característico da atuação desse microrganismo, devido a maior produção de ácido acético e 1,2 propanodiol em detrimento à produção de ácido láctico, que é o ácido com maior poder de redução de pH. Em relação a estabilidade aeróbia das silagens e da ração completa avaliando a temperatura não foi observado efeito da inclusão do *L. buchneri* na ensilagem do capim-Marandu (Bernardes et al., 2004c).

Com o objetivo de criar um balanço positivo entre fermentação, deterioração aeróbia e performance animal, algumas alternativas estão sendo estudadas e entre elas estaria a associação entre bactérias com alta capacidade fermentativa de ácido láctico (bactérias homoláticas) e aquelas cuja principal função seria controlar a deterioração quando o silo é aberto, como é o caso do *Lactobacillus buchneri*. No Brasil, os estudos com a associação de bactérias estão se iniciando na UNESP/Jaboticabal e na ESALQ/USP, utilizando-se primeiramente como modelo capins tropicais, havendo a expectativa de que o sinergismo entre microrganismos possa trazer benefícios para o processo de ensilagem, quando a decisão for tomada pelo uso de inoculantes bacterianos (Bernardes, 2004c).

ENZIMAS FIBROLÍTICAS

Muitos produtos a base de enzimas, misturas de celulase, hemicelulase e pectinase são usados com o propósito de reduzir o conteúdo de fibra das silagens e aumentar a quantidade de açúcares solúveis disponíveis para a fermentação, o que resulta em aumento na produção de ácido láctico e abaixamento brusco do pH (Lavezzo, 1983). Da mesma forma, pode-se usar a amilase para degradar o amido e aumentar o conteúdo de açúcares prontamente fermentescíveis (Woolford, 1984).

O uso de enzimas que degradam a parede celular como aditivo na silagem têm sido considerado sob dois pontos de vista: primeiro, como um meio de aumentar a disponibilidade de CS como substrato para as bactérias lácticas (BAL); segundo, como um método de aumentar a digestibilidade da matéria orgânica (MO) da forragem (Henderson, 1993). Entretanto, segundo essa autora, em vários experimentos com animais consumindo silagens tratadas com amilase não se observou aumento significativo na digestibilidade.

A análise de trabalhos conduzidos a partir de 1985 (Rotz & Muck, 1994) evidencia que a utilização de aditivos contendo enzimas reduziu o conteúdo de FDN e de FDA em 80% das pesquisas com gramíneas e em 40% nos estudos conduzidos com alfafa.

Loures (2004) avaliou o efeito da inclusão de enzimas fibrolíticas associadas ou não a inoculação microbiana em diferentes concentrações de MS e tamanho de partículas, na ensilagem do capim-Tanzânia colhido aos 45 dias de rebrotação. A autora observou redução significativa dos teores de FDA, hemicelulose e lignina, no entanto a FDN só foi reduzida nas silagens emurchecidas. A autora infere que a adição de enzimas fibrolíticas melhorou a qualidade de fermentação das silagens, favorecendo a degradação de carboidratos estruturais da forragem por fornecer açúcar adicional para a fermentação, porém, a digestibilidade das silagens com enzimas não foram superiores; indicando que a redução das frações fibrosas estaria associada às frações mais digestíveis.

Segundo Van Soest (1994), a fração FDN da forragem nem sempre é reduzida na silagem tratada com enzimas. Porém, quando há aumento na disponibilidade de CS pode promover elevação na fermentação láctica. No entanto, o acúmulo de CS, que podem ser os oligossacarídeos pobremente utilizados pelas BAL, irá favorecer a fermentação ruminal. Somando-se a isto, as bactérias que degradam a parede celular aumentam a taxa inicial de fermentação ruminal (reduz o lag-time), mas não a extensão da fermentação.

Em termos gerais o que vêm sendo observado em pesquisas internacionais e nacionais e a compensação negativa com a utilização de enzimas fibrolíticas, quando apresentam resultados favoráveis durante o

processo fermentativo da ensilagem pela redução da digestão pelo animal.

ADITIVOS ESTIMULANTES DA FERMENTAÇÃO E EMURCHECIMENTO

Os aditivos estimulantes da fermentação, como aqueles que elevam os conteúdos de MS e de CS aumentam a produção de ácido láctico, minimizando as perdas de MS, resultando em pH final baixo. Os carboidratos solúveis aumentam a relação açúcar: proteína, provavelmente reduzindo a hidrólise da proteína (Woolford, 1984).

No passado diversos aditivos ricos em carboidratos solúveis foram utilizados na ensilagem de forrageiras tropicais, com níveis de açúcares solúveis abaixo do crítico estabelecido para a adequada fermentação. O capim elefante, cortado com idade inferior a 60 dias, foi uma destas forrageiras, e o uso de estimulantes da fermentação, como melaço, farelos, milho moído e o emurhecimento ao sol, ocuparam posição de destaque nas pesquisas com aditivos (Vilela, 1998).

O rolão de milho, o milho desintegrado com palha e sabugo e o grão moído foram empregados na ensilagem do capim-elefante, proporcionando fermentações adequadas. No entanto, o fubá que no passado foi exaustivamente pesquisado, ainda proporciona dúvidas quanto ao tipo de carboidrato a ser fermentado. Um fator que deve ser considerado é que o amido não constitui numa fonte adequada de substrato para a fermentação dentro do silo, uma vez que esse polissacarídeo não é fermentado pelas bactérias normalmente encontradas nas plantas forrageiras (McDonald e Whittembery, 1973).

Como consequência desta menor capacidade das bactérias lácticas de fermentarem o amido, o uso de fubá na ensilagem de capim elefante tem proporcionado resultados muitas vezes inconsistentes. Nesse sentido, Condé (1970) ensilando o capim-elefante Taiwan A-146, com doses de 0; 15; 30; 60 e 90 kg de fubá/t de massa verde, concluiu que este aditivo não teve efeito sobre a fermentação das silagens. Por outro lado, o autor verificou que o fubá aumentou os teores de MS e a digestibilidade *in vitro* da MS das silagens.

Atualmente, tem-se a intensa utilização de polpa de citrus peletizada, que é um subproduto da indústria de suco de laranja e constitui no principal aditivo comercializado e utilizado em nível nacional na alimentação de ruminantes, uma vez que apresenta NDT variando entre 83 e 88 % e conteúdo de MS de 82,44 % (Hall, 2001) e grande disponibilidade nas regiões produtoras.

Esse alimento tem sido largamente recomendado como aditivo sequestrante de umidade e estimulador da fermentação em silagens, como demonstrado por estudos conduzidos por Evangelista et al. (1996a, 1996b). A polpa peletizada apresenta capacidade de elevar seu peso em 145 %, em decorrência da absorção de água, quando em contato com forrageiras úmidas, além de apresentar conteúdos de carboidratos totais entre 11 e 43,1 % (Lopez, 1990), contribuindo para melhora no padrão de fermentação das silagens. Todavia, deve-se analisar os aspectos relacionados com o custo, uma vez que a eficiência desse aditivo no processo de fermentação é comprovada.

Diversos autores, dentre os quais Allred & Kennedy (1956), Gordon (1967) Vilela (1998) têm indicado o emurchecimento como um dos processos mais viáveis, técnica e economicamente, na elevação da matéria seca das forragens a serem ensiladas.

Desta forma, teores de matéria seca satisfatórios foram obtidos por Tosi (1973) trabalhando com capim elefante "Taiwan A-148", aos 97 dias de crescimento. O autor verificou que o emurchecimento por 6 horas proporcionou aumento de 29,1% de matéria seca na silagem testemunha, resultando em silagem com 29,0% de MS. Resultados semelhantes foram obtidos por Farias e Gomide (1973), observando que os teores de matéria seca do capim elefante passaram de 23% (na forragem) para 27,0% (na silagem pré-murchada por 6 horas). Apesar disto, os teores de matéria seca obtidos continuaram próximo ao valor mínimo (28%) estabelecido por McCullough (1977) para a obtenção de uma silagem de boa qualidade.

Evangelista et al. (2000) ensilaram o capim Estrela Roxa (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) com 45 dias de idade, sob os seguintes tratamentos: 1- Ensilagem após o corte; 2- Ensilagem após o corte + 4% de polpa de citrus, 3- ensilagem após emurchecimento de 1 hora; 4- ensilagem após emurchecimento de 1 hora + 4% de polpa de citrus; 5- Ensilagem após emurchecimento de 2 horas; 6- ensilagem após emurchecimento por 2

horas + 4% de polpa de citrus; 7- ensilagem após emurchecimento de 3 horas e 8- ensilagem após emurchecimento de três horas + 4% de polpa de citrus. Os autores observaram aumentos nos teores de MS, no pH e diminuição nos teores de FDN e FDA das silagens confeccionadas com a adição de polpa cítrica e submetidas ao emurchecimento ao sol.

O efeito do emurchecimento sobre a digestibilidade da matéria seca das silagens tem proporcionado resultados os mais variáveis. Assim, Silveira et al. (1973) observaram redução significativa na digestibilidade *in vitro* da matéria seca das silagens de capim-Elefante resultando-se do emurchecimento por 6 horas (49,2%), em relação à forragem não ensilada (55%). No entanto, não encontraram diferenças significativas na comparação com a digestibilidade da silagem de capim elefante realizada sem emurchecimento (48,9%).

Wilkinson (1983) comenta que em relação às forrageiras de clima tropical, a falta de máquinas adequadas para o corte, acondicionamento da planta, seu recolhimento no campo após o emurchecimento e o seu transporte até o silo, dificultam sobremaneira essa prática. Contudo, segundo o mesmo autor, o emurchecimento é um dos métodos mais eficientes, técnica e economicamente para a elevação do teor de MS de forrageiras. Nussio (2004) considera a técnica de emurchecimento pouco exequível na estrutura de exploração pecuária vigente nas condições brasileiras, mesmo essa promovendo impactos positivos na qualidade da silagem.

A análise dos trabalhos referentes ao uso de aditivos que estimulam a fermentação evidencia a ocorrência de melhora no padrão de fermentação das silagens, contudo há que se considerar os aspectos relacionados com a disponibilidade, custo de transporte, armazenamento e métodos de aplicação do aditivo. A escolha de um determinado aditivo e sua adoção deve ser embasada na sua disponibilidade e custo na época de ensilagem e não na sua eficiência em melhorar o padrão de fermentação.

ASPECTOS SANITÁRIOS DA SILAGEM

Alguns microrganismos que se desenvolvem na massa ensilada durante a fermentação e após a abertura do silo podem constituir risco para a saúde animal e mesmo para àqueles que manuseiam a silagem.

Em relação às silagens de capins tropicais dois gêneros de bactérias, *Clostridium* e *Listeria*, são os mais propensos contaminantes.

Um dos principais problemas da ingestão de silagem contendo clostrídeos é a contaminação do leite, onde a presença de esporos em número elevado pode ter consequências catastróficas na fabricação de queijos. Os esporos são resistentes à temperatura de cozimento e dessa forma encontram condições ideais de sobrevivência, fermentando o ácido láctico e degradando os aminoácidos, formando ácido butírico e CO₂ além de diversas aminas (putrescina, cadaverina e histamina) que causam odor pútrico ao alimento (Colombari et al., 2001).

A *Listeria monocytogenes* constitui-se de uma bactéria com célula pequena, móvel, gram positiva, não esporulada, saprófita que vive no solo, nas plantas e podendo ser encontrada em secreções de animais aparentemente saudáveis. Pode sobreviver por até dois anos no solo seco, fezes e é capaz de crescer sob temperaturas variando entre 4 e 44 °C (Woolford, 1990).

Em animais, a *L. monocytogenes* causa frequentemente encefalite (30% de mortalidade), aborto e mastite, especialmente em animais imunodeprimidos como, por exemplo, fêmeas prenhas e neonatos. A rota de infecção pode ocorrer via mucosa bucal, enquanto a septicemia e aborto acontecem via inalação. As bactérias do gênero *Listeria* são consideradas microrganismos aeróbios ou anaeróbios facultativos. A espécie mais importante tendo em vista a qualidade da silagem é a *L. monocytogenes*, uma espécie anaeróbia facultativa e patogênica tanto para animais quanto para os seres humanos.

A bibliografia dos dez últimos anos sobre o assunto mostra que a contaminação com listéria ocorre principalmente nas regiões periféricas do silo onde há alterações na conservação da silagem. Portanto, a eliminação dessa silagem mal conservada, no momento de fornecer aos animais, pode evitar problemas de contaminação não só com este gênero, mas também com outros microrganismos, como por exemplo fungos (toxinas) e esporos de clostrídeos.

O desenvolvimento desses microrganismos está diretamente ligado ao pH da silagem, observando-se inibição do crescimento quando o pH é de 5,2, mas sua perda de viabilidade vem ocorrer somente em pH mais ácido. Em silagens com pH elevado poderá ocorrer

desenvolvimento de listéria, salvo se o teor de matéria seca for muito elevado, ao redor de 70% (Corrot, 1998). Contudo, em algumas situações especiais, foi relatada a ocorrência de *Listeria monocytogenes* em silagens com pH 3,8 a pH 4,5 (Fensterbank et al., 1984; Ryser et al., 1997).

Silva et al. (2002) avaliando o crescimento de listéria em silagens de capim-Tifton 85 submetidas ao emurchecimento ou aditivadas com polpa de citrus durante o período de exposição ao ar (Figura 5), observaram que a presença de *Listeria monocytogenes* ocorreu na abertura, 15 e 30 dias após a quebra da vedação dos silos, sendo que no décimo quinto dia houve presença da bactéria em 10% das amostras.

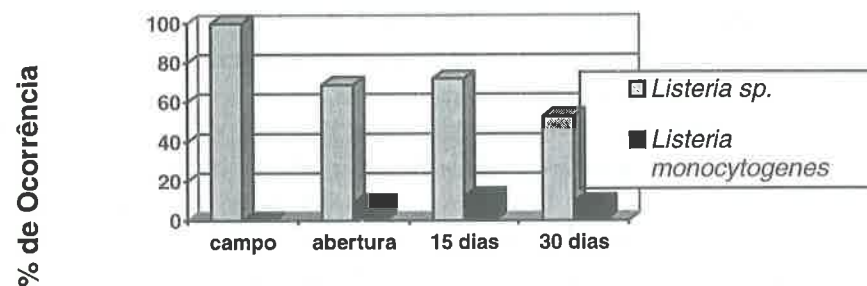


Figura 5. Ocorrência de *Listeria sp* e de *Listeria monocytogenes*, a partir de colônias típicas isoladas da forragem no campo e das silagens de capim-Tifton 85 avaliadas em diferentes períodos de exposição ao ar

O fornecimento de silagens de capins tropicais, para categorias animais como fêmeas em reprodução e bezerros, deve ser considerado com critérios, pois o consumo destas silagens pode provocar aborto e morte de animais, por contaminação com listéria.

VALOR ALIMENTÍCIO

A baixa produção animal na maioria das situações tem sido associada à restrita qualidade do volumoso utilizado na alimentação. Segundo Collins & Fritz (2003) qualidade de forragem é relacionada

com desempenho do animal e consumo de energia digestível. Entretanto, quando se trabalha com alimento conservado, como é o caso da silagem, além dos mecanismos de digestão e metabolismo, outros fatores como as interações entre as características químicas, fermentativas, microbiológicas e físicas da forragem devem ser consideradas na determinação da qualidade do volumoso (Bernardes & Siqueira, 2003).

Efeito do processo fermentativo sobre o valor alimentício

A menor ingestão de silagens pode ser resultado de uma baixa aceitabilidade, reduzida taxa de passagem pelo rúmen e desbalanceamento no suprimento de nitrogênio e de energia no ambiente ruminal para a efetiva síntese de proteína microbiana. Portanto, quando a atenção é direcionada para a conservação da forragem, tem-se como objetivo melhorar as características do processo fermentativo, visando não só diminuir as perdas, mas também obter um produto de valor nutritivo elevado que permita maior ingestão de matéria seca e conseqüente desempenho animal favorável.

A conservação de forragens é caracterizada por apresentar um estado de constantes mudanças químicas e microbiológicas, resultando em silagens de diferentes categorias, devida a alteração do valor nutritivo, quando comparadas com a forragem original. Esta preocupação ainda é mais relevante em silagem de capins tropicais, pois as características destas plantas não são favoráveis para uma fermentação desejável.

Em forragens frescas, 75 a 90% do total do nitrogênio presente está na forma de proteínas, o restante é encontrado principalmente como peptídeos, aminoácidos livres, aminas, nucleotídeos, clorofila e nitratos. A alta proporção de N protéico é derivada de enzimas localizadas no cloroplasto, particularmente da abundância de ribulose 1, 5 carboxilase.

A fermentação dentro do silo causa uma série de mudanças na composição química da forragem, principalmente nas frações nitrogenadas, pois durante a respiração (primeiras horas após a ensilagem) e início do processo fermentativo, muitas células das plantas podem romper-se e liberar enzimas, incluindo as proteases. As enzimas

proteolíticas das plantas também podem reduzir a qualidade da forragem pela hidrólise das proteínas, com conseqüente aumento do NNP (aminoácidos livres, aminas e peptídeos). Pesquisas demonstraram que uma ação prolongada das enzimas pode elevar os teores de nitrogênio solúvel para mais de 50% em relação ao nitrogênio total (Tabela 6). Além desse fato, a degradação da PB também pode ser causada pela atividade microbiana (bactérias gênero *Clostridium*), produzindo amônia e aminas e aumentando dessa maneira a presença de nitrogênio solúvel no alimento. Igarasi (2002) e Bernardes (2003) avaliando silagens de capins tropicais, encontraram desaparecimento da fração protéica B3 associada a fração digestível da fibra em detergente neutro, correlacionada com a elevação dos teores de nitrogênio amoniacal.

Tabela 6. Alterações dos compostos nitrogenados da forragem e da silagem de Azevém e Milho em diferentes estudos

Fração nitrogenada	Azevém perene		Milho	
	Forragem	Silagem	Forragem	Silagem
N total (g/kg MS)	20,2	19,6	14,2	13,4
	Componentes (g/kg N total)			
Proteína	863	308	561	440
Aminas	17	369	33	119
Peptídeos	39	90	-	-
Amidas	3	-	-	-
Amônia	2	121	26	54
Outros NNP	76	112	-	-

Fonte: Adaptado de Givens & Rulquin (2002)

O aumento nos teores de amônia ruminal é muitas vezes indicado como a principal responsável pela menor ingestão da silagem, mas a solubilidade da proteína pode ser o maior agente causal, resultando na produção de amônia. O excesso de nitrogênio solúvel é o principal fator responsável pela redução de eficiência de utilização de proteína da silagem. Como parte da fração nitrogenada é degradada a

frações solúveis, rapidamente degradadas no rúmen, ocorre baixa eficiência de síntese de proteína microbiana em relação a dietas contendo forragens frescas ou feno, o que resulta em menor fluxo pós-ruminal de proteína microbiana (Givens & Rulquin, 2002; Nussio et al., 2003). Segundo Givens & Rulquin (2002) a eficiente síntese de proteína microbiana em animais alimentados com silagens de alta qualidade deve estar entre 30-45 g N microbiano/kg de matéria orgânica aparentemente degradada no rúmen (MOADR). Animais alimentados com dietas baseadas em silagens de milho apresentaram valores médios de síntese de proteína da ordem de 48,4 g N microbiano/ MOADR (86 observações) e com as silagens de gramíneas este valor foi de 30,1 g N microbiano/ MOADR (17 observações), mostrando que a eficiência na utilização do N varia de acordo com as culturas, devido as suas particularidades durante o processo fermentativo.

O que também se torna relevante é a perda seletiva de aminoácidos durante a ensilagem, decorrente de proteólise e deaminação, formando as poliaminas. Pesquisas com silagens de milho, sorgo, alfafa e trigo demonstraram as alterações que ocorrem no perfil de aminoácidos e verificaram aumento nas concentrações das poliaminas putrescina, cadaverina e espermidina e decréscimo nas concentrações dos aminoácidos: arginina, lisina e metionina, respectivamente. Na literatura brasileira não há relatos de experimentos que quantificaram a presença de poliaminas em silagens, porém, tem-se observado com frequência que silagens de capins tropicais possuem odor desagradável, característico de fermentações indesejáveis. Esse odor (pútrico) assemelha-se a degradação de pescado, onde este alimento sofre constantes transformações de determinados aminoácidos em poliaminas.

Efeito da deterioração aeróbia sobre o valor alimentício

Os estudos com deterioração aeróbia intensificaram-se nas décadas de 60 e 70 quando surgiram ensaios sobre utilização de aditivos (ácido fórmico, acético e propiônico) procurando controlar o crescimento de leveduras e de fungos. O alvo das pesquisas até os dias atuais sobre estabilidade aeróbia continua sendo a inclusão durante a

ensilagem de ácidos, doses de amônia e uréia, emurchecimento e/ou adição de inoculante microbiano (bactérias homofermentativas), aditivos absorventes e disponibilizadores de substrato (polpa cítrica) e métodos de alteração da fermentação com a utilização de bactérias heteroláticas produtoras de acetato e propionato (*Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum* e *Propionibacterium*). Nota-se que apesar de antigo e bem estudado, o problema instabilidade aeróbia de silagens tem sido freqüentemente relegado a segundo plano. Pois poucos são os trabalhos caracterizam o efeito da silagem deteriorada e de seus produtos sobre a ingestão e metabolismo dos animais como o de Bolsen et al. (2002).

Estudos realizados na Universidade de Kansas, EUA, Bolsen et al. (2002) demonstraram os impactos negativos que a presença de silagem deteriorada tem sobre a ingestão e digestibilidade em bovinos (Tabela 7). Utilizando como fonte da dieta 90% de silagem de milho e 10% de concentrado (base na MS) os tratamentos foram distribuídos da seguinte forma: A) 100% de silagem normal, B) 75% normal: 25% deteriorada, C) 50% normal e 50% deteriorada e D) 25% normal e 75% deteriorada.

Tabela 7. Efeitos das proporções de silagem deteriorada sobre ingestão e digestibilidade de nutrientes de dietas a base de silagem de milho

Item	Dieta			
	A	B	C	D
Ingestão (kg MS/dia)	7,95 ^a	7,35 ^b	6,95 ^{bc}	6,66 ^c
-----Digestibilidade (%)-----				
Matéria orgânica	75,6 ^a	70,6 ^b	69,0 ^b	67,8 ^b
Proteína bruta	74,6 ^a	70,5 ^b	68,0 ^{bc}	62,8 ^c
FDN	63,0 ^x	56,0 ^y	52,5 ^y	52,3 ^y

^{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)

Nota-se (Tabela 7) que quando houve maior participação de silagem deteriorada na dieta (tratamento D) ocorreu redução da ingestão

em 17%, da digestibilidade da matéria orgânica em 10%, da digestibilidade da proteína bruta em 15% e a da digestibilidade da FDN em 16%, quando comparado ao tratamento A. Os resultados indicaram que a presença de silagem que sofreu degradação por microrganismos aeróbios causou alterações na qualidade da dieta, podendo reduzir o ganho de peso ou a produção de leite.

Efeito da inclusão de aditivos e do emurchecimento sobre o valor alimentício

Práticas associadas à preservação de nutrientes na forragem, antecedendo a ensilagem, como a aplicação de aditivos e/ou emurchecimento tem como objetivos estimular o consumo e conseqüentemente determinar maior ganho de peso ou produção de leite. Desde a década de 70 trabalhos são desenvolvidos no Brasil com este objetivo e até o momento os estudiosos não chegaram a uma conclusão se realmente estas práticas são favoráveis qualitativamente e economicamente ao processo de ensilagem.

Bernardes (2004b) estudando o consumo de rações (80:20) contendo silagem de capim-Marandu, sendo tratamento A: sem inoculação, tratamento B: inoculação com *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici* e celulases + hemicelulases e tratamento C: tratamento B mais *Lactobacillus buchneri*, observou que o consumo da ração que continha silagem com a ausência de inoculantes foi superior aos demais tratamentos. Segundo o autor, as silagens aditivadas tiveram maiores perdas por deterioração no pós-abertura do silo, o que pode ter provocado redução do consumo dos animais.

No estudo realizado por Loures (2004), a aplicação de enzimas fibrolíticas em silagens de capim-Tanzânia com e sem emurchecimento, não promoveu efeito sobre as taxas de passagem de sólidos ($2,33\% \text{ h}^{-1}$) e líquidos ($4,83\% \text{ h}^{-1}$), no tempo de ingestão de alimentos (247 min/dia) e no consumo em %PV. O pH ruminal foi menor nas silagens com enzimas fibrolíticas e emurchecidas quando contrastado com as silagens emurchecidas sem enzimas, provavelmente devido ao maior aporte de carboidratos solúveis presente nessa ração. Em relação a digestibilidade foi observado efeito positivo apenas quando a aplicação de enzimas

fibrolíticas foi realizada minutos antes da ração ser oferecida aos animais.

Loures (2004) observou efeito negativo do emurchecimento sobre a digestibilidade *in vivo* de rações contendo 50% de silagens de capim-Tanzânia colhido com 45 dias de rebrotação, a digestibilidade da matéria orgânica foi 56,01 e 47,27%, da FDN 53,37 e 45,8% para as rações contendo silagens controle e emurchecidas, respectivamente. A diferença do teor de MS entre as silagens controle e emurchecidas foi de 3 unidades percentuais ($21,05 \times 24,05\% \text{ MS}$), possivelmente essa pequena diferença nos teores de MS, não foi suficiente para compensar as perdas de nutrientes solúveis e frações de alta digestibilidade, ocorridas no processo de emurchecimento no campo, resultando assim, nesta redução da digestibilidade das silagens emurchecidas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A impossibilidade de mensurar as perdas ocorridas nas fazendas pelo uso de equipamentos inadequados e a dificuldade de as determinarem quantitativamente em trabalhos experimentais, dificulta a estimativa, a percepção e a divulgação do significado para os custos de produção de silagens de capins tropicais no nosso país, e para que se efetive a proposta de se produzir silagem de boa qualidade é preciso que os fabricantes de máquinas agrícolas continuem olhando para o sinalizador final, que no nosso caso é o animal.

Alguns pontos fundamentais da tecnologia de produção de silagens de capins tropicais devem ser discutidos e divulgados, pois o conhecimento acumulado com o estudo sobre instabilidade aeróbia e seus efeitos sobre os animais ainda é superior ao que chega ao produtor, principalmente no Brasil, apesar de existirem artigos de grande significância sobre o assunto.

O uso de alguns recursos (por exemplo, aditivos) podem ser ferramentas para o controle de perdas importantes dentro do processo de produção, porém, não solucionam erros cometidos durante o manejo de confecção e utilização de silagens.

O processo de ensilagem altera os nutrientes originalmente presentes na planta, portanto, deve haver atenção para o uso de tabelas

que trazem o valor da composição química dos alimentos quando a dieta for calculada com base no uso de forragens conservadas. O ideal seria que na fazenda ou dentro de instituições de pesquisa, as rações fossem manipuladas de acordo com a verdadeira composição que o volumoso apresenta, respeitando as suas particularidades.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ALLRED, K. R.; KENNEDY, W. K. The use of small silos to determine dry matter losses during ensiling **Agronomy Journal**. v. 48, p. 308-313, 1956.
- AMARAL, R. C. Efeitos da compactação sobre a fermentação e estabilidade aeróbia em silagem de capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu). Trabalho de Graduação. FCAV/UNESP, 2004. (em fase de preparação para a defesa).
- BALSALOBRE, M. A. A., NUSSIO, L. G., MARTHA Jr., G. B. Controle de perdas na produção de silagens de gramíneas tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba:SBZ, 2001, p. 890-911.
- BERNARDES, T. F. As máquinas agrícolas *versus* a qualidade da silagem. www.beefpoint.com.br/radarestecnicos. 04/06/2004a. Consultado em 15/09/2004.
- BERNARDES, T. F. Associação entre bactérias homo e heterofermentativas: Nova ferramenta para o controle perdas na produção de silagem. www.beefpoint.com.br/radarestecnicos. 05/05/2004c. Consultado em 15/09/2004.
- BERNARDES, T. F. Características fermentativas, microbiológicas e químicas do Capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst ex. a. Rich) Stapf cv. Marandu) ensilado com polpa cítrica peletizada. Dissertação de mestrado - FCAV/UNESP, 2003, 108p.
- BERNARDES, T. F. Consumo, comportamento ingestivo e digestibilidade de silagens de capim-Marandu submetidas à inoculação de bactérias homo e heterofermentativas. Tese de Doutorado, FCAV/UNESP. 2004b (em fase de preparação para a defesa).
- BERNARDES, T. F., REIS, R. A., SIQUEIRA, G. R. AMARAL, R. C., PIRES, A. J. V. Aditivos biológicos e químico na ensilagem de

capim-Marandu: Estabilidade aeróbia da ração total e da silagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande:SBZ, 2004a. CD ROM.

- BERNARDES, T. F., REIS, R. A., SIQUEIRA, G. R. AMARAL, R. C., PIRES, A. J. V. Uso de benzoato de sódio na ensilagem de capim-Marandu: Estabilidade aeróbia da ração total e da silagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande:SBZ, 2004b. CD ROM.
- BERNARDES, T. F., REIS, R. A., SIQUEIRA, G. R. AMARAL, R. C., PIRES, A. J. V. Estabilidade aeróbia da ração total e da silagem de capim-Marandu inoculada com *Lactobacillus buchneri* 40788. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande:SBZ, 2004c. CD ROM.
- BERNARDES, T. F., SIQUEIRA, G. R. Efeitos da presença de silagem deteriorada na alimentação de bovinos. www.beefpoint.com.br/radarestecnicos. 17/12/2003. Consultado em 15/09/2004.
- 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, 13th, 2002, Auchincruive. **Proceedings...** Auchincruive, 2002, p.75-77.
- BRAGUETO, F. C. Estabilidade aeróbia de silagens de capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) submetidas a adição de aditivos biológicos e químico. Trabalho de Graduação. FCAV/UNESP, 2004, 42p.
- CATCHPOOLE, V. R., HENZEL, E. F. Silage and silage-making from tropical herbage species. **Herbage Abstracts**. v. 41, p. 213-221, 1971.
- CHAMBERLAIN, D. G. The silage fermentation in relation to the utilization of nutrients in the rumen. **Process Biochemistry**, v. 1, p. 60-63, 1987.
- COAN, R.M.; VIEIRA, P.F.; SILVEIRA, R.N. et al. Efeito do inoculante enzimático-bacteriano sobre a composição química, digestibilidade e qualidade das silagens dos capins tanzânia e mombaça. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA

- DE ZOOTECNIA, 37, 2001. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SBZ, p.124-125. 2001.
- COLLINS, M., FRITZ, J. O. Forage quality. In: FORAGES: INTRODUCTION TO GRASSLAND AGRICULTURE. 6th edition, Iowa: A Blackwell Publishing Company, 2003, p. 363-390.
- COLOMBARI, G., BORREANI, G., CROVETTO, G.M. Effect of ensiling alfalfa at low and high dry matter on production of milk used to make grana cheese. **Journal of Dairy Science**. v. 84, p. 2494-2502, 2001.
- CONDÉ, A. Dos R. Efeito da adição de fubá sobre a qualidade da silagem de capim elefante cortado com diferentes idades. Dissertação de Mestrado. UFV/Viçosa 1970. 28p.
- CORROT, G. **Qualité bacteriologique de l'enrubannage: spores butyriques et Listeria**. Recolter & Conserver L'herbe aujourd'hui. Paris: Association Française, 1998. 197p.
- DODDS, K. L., AUSTIN, J. W. Foodborne pathogenic bacteria: *Clostridium botulinum*. In: FOOD MICROBIOLOGY: Fundamentals and frontiers. Washington:ASM Press, 1997, p. 288-304.
- DRIEHUIS, F., OUDE ELFERINK, W. H., VAN WIKSELAAR, P. G. Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculant with *Lactobacillus buchneri*, with or without mofermentative lactic acid bacteria. **Grass and Forage Science**., v. 56, p. 330-343, 2001.
- EVANGELISTA, A.R ., LIMA, J.A. de.; BERNARDES, T.F. 2000. Avaliação de Algumas Características da Silagem de Gramínea Estrela Roxa (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v. 29, p.941-946, 2000.
- EVANGELISTA, A.R.; SILVA, L.V.; CORREIA, L.F.A. Efeito de diferentes níveis de polpa cítrica, como aditivo seco na silagem de capim napier (*P. purpureum*, Schum.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1996, Fortaleza. **Anais...** p.354-355, 1996b.
- EVANGELISTA, A.R.; SILVA, L.V.; CORREIA, L.F.A. Efeito de três diferentes formas físicas de polpa cítrica, como aditivo seco na silagem de capim napier (*P. purpureum*, Schum.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** p.352-353, 1996a.
- FARIAS, I.; GOMIDE, J. A. Efeito do emurchecimento e da adição de raspa de mandioca sobre as características da silagem de capim-elefante com diferentes teores de matéria seca. **Experientiae**. v. 16, p.13-49, 1973.
- FENSTERBANK, R., AUDURIER, A., GODU, J. et al. *Listeria* strains isolated from sick animals and consumed silage. **Annual Research Veterinary** , v.15, p.113-118, 1984.
- GIVENS, D. I., RULQUIN, H. Utilisation of protein from silage-based diets. In: THE INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 13th, 2002, Auchincruive. Proceedings... Auchincruive, 2002, p. 268-283.
- GORDON, C. H. Storage Losses in silage as affected by moisture content and structure. **Journal Dairy Science**.v. 50 p. 397-403, 1967.
- HALL, M B. Recent advanced in non-ndf carbohydrates for the nutrition of lactating cows, In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOS DE LEITE. 2, 2001, Lavras. **Anais...** Lavras:UFLA-FAEPE, 2001, p.139-148.
- HENDERSON, N. Silage additives. **Animal. Feed Science and Technology**. v. 45, p.35-56, 1993.
- HIGGINBOTHAM, G. E., MUELLER, S. C., BOLSEN, K. K., et al. Effects of inoculants containing propionic acid bacteria on fermentation and aerobic stability of corn silage. **Journal Dairy Science**, v. 81, p. 2185-2192, 1998.
- HOLMES, B.J., MUCK, R.E. Factors affecting bunker silos densities. Madison: University of Wisconsin, 1999. 7p.
- 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 de Mestrado - ESALQ/USP, 2002, 132p.
- KUNG Jr., L. Aditivos microbianos e químicos para silagem: Efeitos na fermentação e resposta animal. In: WORKSHOP SOBRE MILHO PARA SILAGEM, 2. Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba:FEALQ, 2001, p. 53-74.
- KUNG Jr., MUCK, R. Animal response to silage additives In: Silage: Field to Feed bunk. NRAES, Ithaca, New York, p. 200-210, 1997.
- LAVEZZO, W.; GUTIERREZ, L. E.; SILVEIRA, A. C.; et al. Utilização de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum),

- cultivam Mineiro e Vruckwona, como plantas para ensilagem. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.12, p.163-76, 1983.
- LOPEZ, L.G. Control de calidad de pulpas de remolacha y de cítricos. In: VI CURSO DE ESPECIALIZACIÓN MATERIAS PRIMAS ALTERNATIVAS PARA LA ALIMENTACIÓN ANIMAL, Universidad Politécnica de Madrid, ETSIA, Madrid, 31 p., 1990.
- LOURES, D. R. S. Enzimas fibrolíticas e emurchecimento no controle de perdas da ensilagem e na digestão de nutrientes em bovinos alimentados com rações contendo silagem de capim Tanzânia. Tese de Doutorado - ESALQ/USP, 2004, 132p.
- LUCIO, A. Estabilidade aeróbia de silagens de capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* L.). Trabalho de Graduação. FCAV/UNESP, 2004, 36p.
- McCULLOUGH, M. E. Silage and silage fermentation. **Feedstuffs**, p. 49-52. 1977.
- McDONALD, P., HENDERSON, N., HERON, S. 1991. **The biochemistry of silage**. Marlow Bucks. Chalcombe Publications. 340 p.
- McDONALD, P.; WHITTENBERY, R. The ensilage process. **Chemistry and Biochemistry of Herbage**. v.3, p.33-60, 1973.
- MUCK, R.; KUNG Jr. Effects of silage additives on ensiling. In: Silage: FIELD TO FEED BUNK. NRAES, Ithaca, New York, p. 187-199, 1997.
- MUCK, R.E., SHINNERS, K.J. Conserved forage (silage and hay): progress and priorities. In: International Grassland Congress, XIX. 2001. São Pedro. **Proceedings...**Piracicaba: Brazilian Society of Animal Husbandry. 2001. p. 753-762.
- NUSSIO, L. G., CAMPOS, F. P., PAZIANI, S. de F., SANTOS, F. A. P. Volumosos suplementares – estratégia de decisão e utilização. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS. 3, 2002, Lavras. **Anais...** Lavras:UFLA, 2002, p. 193-232.
- NUSSIO, L. G., RIBEIRO, J. L., PAZIANI, S. F. et al. Fatores que interferem no consumo de forragens conservadas. In: VOLUMOSOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES: VALOR ALIMENTÍCIO DE FORRAGENS. Jaboticabal:Funep, p. 27-50, 2003.
- NUSSIO, L.G. Ensilagem de gramíneas tropicais: Desafio permanente. Livre Docência - ESALQ/USP, 2004, 235p.
- O'Kiely, P., Moloney, A. Keating, T., Shiels, P. Sulphites to improve aerobic stability. In: Maximizing output of beef within cost efficient, environmentally compatible forage conservation systems. Grange Research Centre, TEAGASC, Dunsany, Co. Meath, Ireland, 1999, p. 31-33.
- OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; DRIEHUIS, F.; GOTTSCHAL, J.C.; et al.. Silage fermentation processes and their manipulation. In: FAO ELETRONIC CONFERENCE ON TROPICAL SILAGE, Rome, 1999. Silage making in the tropics with emphasis on smallholders; proceedings. Rome: FAO, 200.p.17-30.
- REIS, R. A., COAN, R. M. Produção e utilização de silagens de gramíneas. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS. **Anais...** Goiânia:CBNA, 2001, p. 91-120.
- ROTZ, C.A., MUCK, R.E. 1994. Changes in forage quality during harvest and storage. In: . Fahey Jr., G.C. Forage quality, evaluation, and utilization. Madison. **American Society of Agronomy**. p.828-868.
- RUPPEL, K. A., PITT, R. E., CHASE, L. E., GALTON, D. M. Bunker silo management and its relationship to forage preservation on dairy farms. **Journal of Dairy Science**. v. 78, p. 141-153, 1995.
- RYSER, E.T., ARIMI,S.M., DONNELLY, C.W. Effects of pH on distribution of listeria ribotypes in corn, hay, and grass silage. **Applied Environment Microbiology**, v. 63, p.3695-3697, 1997.
- SILVA, J. M. N., SCHOCKEN-ITURRINO, P., REIS, R. A. Ocorrência de *Listeria* spp. Nas silagens de Tifton 85 com diferentes conteúdos de umidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife:SBZ, 2002. CD ROM.
- SILVEIRA, A.C., de FARIA, V.P., TOSI, H. Efeito da maturidade sobre o valor nutritivo do capim napier. **O Solo**. v. 65, p.35-41, 1973.
- TOSI, H. **Ensilagem de gramíneas tropicais sob diferentes tratamentos**. Tese de Doutorado. FCB/UNESP.1973. 107 p.
- TOSI, H., BONASSI, I.A., ITURRINO, R.P.S. et al. Avaliação química e microbiológica da silagem de capim-elefante, cultivar

- Taiwan A-148, preparada com bagaço de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.24 p.1313-1317, 1989.
- TOSI, H., RODRIGUES, L.R.A., JOBIM, C.C. et al. Ensilagem do capim-elefante cv. Mott sob diferentes tratamentos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v.24 p.909-916, 1995.
- TOSI, P.; MATTOS, W.R.S.; TOSI, H. et al. Avaliação do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivar Taiwan A-148, Ensilado com diferentes Técnicas de Redução de Umidade. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v. 28, p.947-954, 1999.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca. Comstock Publishing Associates. 1994. 476 p.
- VILELA, D. 1998. Aditivos para silagem de plantas de clima tropical. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECHNIA, 35, 1998. Botucatu. **Anais...** Botucatu, SBZ, 1998, p. 73-108.
- WALKER, G. M. **Yeast physiology and biotechnology**. London:Wiley Editorial Offices, 1998, 350p.
- WEINBERG, Z.G.; MUCK, R.E. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. **FEMS Microbiology**. v. 19, p. 53-68, 1996.
- WHITER, A. G., KUNG Jr., L. The effect of a dry or liquid application of *Lactobacillus plantarum* MTD1 on the fermentation of alfalfa silage. **Journal Dairy Science**, v. 84, p. 2195-2202, 2001.
- WILKINSON, J.M. Valor alimentício de las forrageras ensiladas de clima tropical y temperado. **Revista Mundial de Zootecnia**. v.46, p.35-40, 1983.
- WINTERS, A. L., WHITTAKER, P. A., WILSON, R. K. Microscopic and chemical changes during the first 22 days in Italian ryegrass and cocksfoot silages made in laboratory silos. **Grass and Forage Science**, v. 42, p. 191-196, 1987.
- WOOLFORD, M. .K. The detrimental effects of air on silage. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 68, p. 101-116, 1990
- WOOLFORD, M.K. 1984. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 350 p.

PERDAS NA CONSERVAÇÃO DE FORRAGENS

¹Antônio Ricardo Evangelista, ²Joadil Gonçalves de Abreu,

²Rosana Cristina Pereira

¹Prof. Departamento de Zootecnia da UFLA-Lavras (aricardo@ufla.br)

²Aluno de Doutorado em Zootecnia da UFLA-Lavras-MG

1- INTRODUÇÃO

A utilização de forragem pelo gado, através do pastejo, é dentre os diversos sistemas o mais econômico para alimentação do rebanho. Entretanto, a disponibilidade de forragem durante o ano é desuniforme, principalmente por influência dos fatores climáticos, uma vez que em qualquer tipo de manejo haverá sempre um período de produção abundante (verão úmido) e outro de escassez (inverno seco). No período das chuvas (verão úmido), que corresponde a sete meses do ano, as forrageiras produzem 80% do seu potencial anual e, no período seco, os cinco meses restantes, apenas 20%. Por esta razão, no inverno é indispensável contar com suplementos tais como silagens, fenos, forrageiras de inverno, capineiras e concentrados.

A ensilagem e a fenação são os métodos mais utilizados de conservação de forragem. Ambos de fácil execução, representam processos inteiramente diferentes, satisfazendo de maneira diversa às necessidades nutricionais dos animais nos períodos de carência de pasto verde. Estes processos de conservação têm como objetivo preservar um alimento de bom valor nutritivo com o mínimo de perdas.

2- PERDAS NA ENSILAGEM

A ensilagem é um processo de conservação de forragem, onde os carboidratos solúveis são convertidos em ácidos orgânicos pela ação de microrganismos, que encontrando ambiente ideal proliferam e criam condições adequadas à conservação (Pereira e Reis, 2001). Considera-se uma boa fermentação aquela na qual bactérias desejáveis (*Lactobacillus* sp) são estimuladas a converter açúcares presentes na planta em ácido lático (Vilela, 1998).

Conforme Costa et al. (2001) dentre os fatores que determinam o padrão de fermentação durante a ensilagem, os intrínsecos a planta forrageira são representados pelo adequado teor de matéria seca (MS), ao redor de 35%, elevado teor de carboidratos solúveis e baixo poder tampão. Com relação aos fatores do meio, uma boa fermentação só é garantida em ambiente de anaerobiose, pela adoção correta das técnicas de ensilagem, desde o ponto de colheita, tamanho de partícula, rápido carregamento do silo, com compactação para efetiva expulsão do oxigênio do interior do material, até a perfeita vedação do silo a fim de evitar a infiltração de ar e/ou água.

Os fatores que controlam as fermentações secundárias são a atividade da água, proveniente da própria umidade da planta, e a acidez. O teor de MS original da planta pode ser tomado como medida dessa atividade e o quociente carboidratos solúveis/poder tampão pode servir como indicador da acidez (Vilela, 1998).

Dentre as plantas forrageiras, apenas o milho como planta padrão seguido do sorgo, quando colhidos, respectivamente, com teores de MS entre 33 a 37% e 28 a 38% (Faria, 1994) atendem os requisitos fundamentais intrínsecos de uma planta forrageira para ser conservada na forma de silagem. As demais plantas forrageiras, tanto as gramíneas quanto as leguminosas apresentam elevado teor de umidade no ponto ótimo de corte, além do baixo teor de carboidratos solúveis e elevado poder tampão, apresentados especialmente pelas leguminosas forrageiras (Costa et al., 2001).

Segundo Vilela (1985a), na ensilagem de plantas que apresentam teores de MS inferiores a 21%, carboidratos solúveis inferiores a 2,5% na base da matéria verde e baixa relação entre carboidratos e poder tampão, os riscos de fermentações secundárias são maiores, tornando-se imprescindível o uso de recursos que, de alguma forma, modifiquem esta situação (Tabela 1). Os teores mínimos de carboidratos solúveis indicados para adequado processo de fermentação estão na faixa de 8 a 10% da MS, e ainda há importante interação entre esses teores, capacidade tampão e teor de MS (McDonald et al., 1991).

Tabela 1. Inter-relação entre matéria seca e carboidrato solúvel da forrageira e prática recomendável.

Matéria Seca (%)	Carboidrato Solúvel (% M. Natural)	Prática
≤ 21	< 2,5	Emurchecimento
≤ 21	3,0 - 5,0	Natural
> 21	< 2,5	Natural

Fonte: Vilela (1985a)

Diversos fatores promovem perdas de forragem e mesmo de valor nutritivo do material ensilado, podendo-se destacar as perdas na colheita devido a equipamentos de colheita e de transporte mal regulados, perdas no silo, durante o armazenamento e perdas após a abertura do silo.

2.1- Perdas na colheita da forragem

As perdas iniciais no processo de ensilagem ocorrem durante a colheita e picagem da forragem à campo. Torres (1985) verificou que as perdas em MS durante a colheita de forragem de milho para produção de silagem chegaram a atingir de 1 a 3%. Ao utilizar a técnica do emurchecimento, as perdas na colheita elevaram-se para 5 a 8% (Tabela 2). Da mesma forma, Vilela (1985b) observou que a magnitude das perdas na colheita da forragem de milho e de sorgo são muito inferiores às perdas ocorridas durante o armazenamento em diferentes tipos de silos (Tabela 3).

Tabela 2. Perdas de matéria seca (%) na produção de silagens.

Tipo de Conservação	Colheita	Armazenamento	Fornecimento aos animais	Total
Silagem com emurchecimento	5-8	2-6	5	12-15
Silagem de milho	1-3	7-14	5	13-22

Fonte: Adaptado de Torres (1985)

Tabela 3- Perdas de matéria seca (%) em silagens de milho e de sorgo durante a colheita e o armazenamento em diferentes tipos de silos.

Tipos de Perdas	Perdas em MS (%)	
	Silagem de Milho	Silagem de Sorgo
Perdas no Campo	5,2	1,7
Perdas no Silo		
Cilíndrico	4,5	8,7
Trincheira	9,0	11,7
Superfície	33,0	40,7

Fonte: Adaptado de Vilela (1985b)

Utilizando colhedora de forragem nacional, com rotor colhedor e repicador, Igarasi (2002) registrou perdas de colheita de 3,2% no inverno e 5,3% no verão, do total de forragem disponível, na ensilagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) com umidade original. Ao adotar o pré-emurchecimento da forragem por cinco horas, os índices de perdas na colheita da forragem foram elevados para 12,2% no inverno e 20% no verão, gerando dúvidas sobre o benefício da desidratação prévia da forragem.

Para avaliar as perdas no processo de ensilagem de Tifton 85 (*Cynodon dactylon* (L.) Pers cv. Tifton 85), Castro (2002) utilizou colhedora automotriz importada, com segadora de rolos com facas, provida de condicionamento mecânico e repicagem. A planta foi colhida com 25% de MS e submetida ao pré-emurchecimento para atingir teores de MS de 35, 45, 55 e 65%. As perdas na colheita foram de 9,03% (25% MS); 6,90% (35% MS); 7,21% (45% MS); 3,48% (55% MS) e 6,23% (65% MS). Esse comportamento das perdas ocorridas durante o recolhimento, contraria a literatura que apontou aumento nas perdas de MS à campo com o incremento do conteúdo de MS da forragem (Wilkins et al., 1999; Igarasi, 2002).

2.2- Perdas no silo

Conforme Borges (1995), o ciclo fermentativo de uma silagem de sorgo bem feita se completa em 21 dias. Após esse período, os

principais processos fermentativos já ocorreram e a silagem já se encontra estabilizada, podendo o silo ser aberto e a silagem consumida. Para alguns parâmetros não ocorrem alterações significativas durante o processo de fermentação, como nos teores de MS, proteína bruta, amido, celulose e lignina e na digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS), conforme pode ser visto na Tabela 4. Com apenas um dia de fermentação, a concentração de carboidratos solúveis é reduzida a praticamente 50% do conteúdo original, atingindo a estabilidade após sete dias de ensilagem. Após um dia de fermentação, as bactérias lácticas já estão ativas e grande parte do ácido láctico é formado, reduzindo, conseqüentemente, o pH do meio; entre 7 a 14 dias a estabilidade da silagem é atingida e as alterações que ocorrem a partir daí são insignificantes (Borges, 1995).

Tabela 4- Mudanças que ocorrem durante a fermentação após a ensilagem do sorgo.

Composição	Material Original	Dias após a ensilagem				
		1	7	14	28	56
Matéria seca (%)	26,00	27,00	28,00	27,90	28,30	27,7
Proteína bruta (%)	8,96	9,00	8,90	9,00	9,00	8,81
MS)						
Carboidratos solúveis (% MS)	12,26	6,77	1,66	1,23	1,04	1,02
Amido (% MS)	21,54	21,06	21,29	21,02	21,91	21,28
Ácido láctico (% MS)	--	1,72	4,36	5,24	4,91	5,21
Hemicelulose (% MS)	28,39	29,08	27,78	27,57	26,98	27,21
Celulose (% MS)	22,89	23,11	22,82	22,93	22,53	24,12
Lignina (% MS)	4,74	4,66	4,66	4,55	4,32	4,58
DIVMS	60,26	59,98	58,35	58,36	57,10	56,82
pH	--	4,24	3,75	3,70	3,69	3,68

Fonte: Borges (1995)

Tabela 5- Perdas de energia na silagem

Processo	Tipo de perda	Perdas de MS (%)	Agentes causais
Respiração	Inevitável	1 a 2	Enzimas da planta
Fermentação	Inevitável	2 a 4	Microrganismos
Pré-secamento	Inevitável	2 a 5	Clima, Técnica, Planta
Efluente	Evitável	5 a 7	Umidade
Fermentações secundárias	Evitável	0 a 5	Planta, Ambiente no silo, Umidade
Deterioração aeróbica no armazenamento	Evitável	0 a 10	Tempo de enchimento, Densidade, Vedação, Planta, Umidade
Deterioração aeróbica no descarregamento	Evitável	0 a 15	Densidade, Umidade, Técnica e Época do ano
Perdas totais	----	7 a 40	-----

Fonte: Adaptado de Faria (1994)

As perdas de um alimento ensilado podem ser quantificadas através do desaparecimento de MS ou energia durante o processo de ensilagem. As principais fontes de perda de energia são originadas pela respiração residual durante o enchimento do silo e imediatamente após a sua vedação, tipo de fermentação no interior do silo, produção de efluente, fermentações secundárias durante o período de armazenagem e a deterioração aeróbica durante a retirada de forragem do silo. Conforme Faria (1994) as perdas de energia na silagem podem, em conjunto, atingir valores de 7 a 40% (Tabela 5).

2.3- Fatores que afetam as perdas na ensilagem

2.3.1- Teor de Matéria Seca

O teor de MS desempenha papel fundamental na confecção de silagem, quer seja aumentando a proporção de nutrientes e facilitando os processos fermentativos, quer seja diminuindo a ação dos microrganismos do gênero *Clostridium*, responsáveis pela produção de ácido butírico e degradação da fração protéica, com conseqüente

redução do valor nutricional da silagem (Zago, 1999). O excesso de umidade presente implica em riscos de fermentações indesejáveis, já que a menor pressão osmótica favorece o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*. O elevado teor de MS (acima de 60%) dificulta ou impede a expulsão do oxigênio através do processo de compactação, com conseqüente superaquecimento da massa, provocando assim, menor disponibilidade de nitrogênio pela aderência à parede celular (Silveira, 1988).

As maiores perdas de MS, bem como energia no processo de fermentação, são promovidas pela atuação de microrganismos do gênero *Clostridium*. O crescimento clostridiano é estimulado por altas temperaturas de estocagem, baixos conteúdos de MS, baixos conteúdos de carboidratos solúveis ou consumo dos mesmos em silos onde haja demora para o fechamento e alta capacidade tamponante. Caso não se obtenha uma silagem estável com baixo pH, a atividade clostridiana será maior e fermentações secundárias irão ocorrer após estabelecimento da anaerobiose. Os principais produtos finais deste tipo de fermentação são o ácido butírico, a água e o dióxido de carbono (CO₂) que, em conjunto podem assinalar perdas da ordem de 50 e 18% para MS e energia, respectivamente (McDonald et al., 1991).

Os dois principais fatores de supressão do crescimento clostridiano durante a fermentação da silagem são o pH e a umidade do ambiente. Se a queda do pH for muito lenta pode ocorrer desenvolvimento de clostrídios e estes iriam dominar a fermentação, ocasionando perdas de MS e energia bem como a produção de ácido butírico, amônia e aminas que vão inibir o consumo da silagem (Muck, 1988). Um pH de 4,2 é considerado baixo o suficiente para inibir o desenvolvimento clostridiano. Os clostrídios preferem ambientes úmidos tendo seu crescimento restringido, quando a forragem apresenta teores de MS superiores à 30%, ocorrendo portanto interação entre pH e teor de MS para inibição do desenvolvimento clostridiano, ou seja, em silagens com menor teor de MS são necessários valores mais baixos de pH para que o crescimento dos clostrídios seja inibido (Leibensperger e Pitt, 1987). Além disso, silagens com alto teor de umidade produzem maior quantidade de efluentes, responsáveis pela perda de nutrientes de alta digestibilidade, conforme dados apresentados na Tabela 6.

Tabela 6- Influência do tipo de silo e do teor de matéria seca no momento da ensilagem de diversas forrageiras na extensão das perdas.

Tipos de Silo	Teor de Umidade Da Forragem (%)	Perdas de Matéria Seca (%)			
		Deterioração Superficial	Fermentação	Efluente	Total
Torre	65	4	8	0	12
Trincheira	85	6	11	10	27
	75	8	9	3	20
	70	10	10	1	21
Superfície	85	12	12	10	34
	75	16	11	3	30
	70	20	12	1	33

Fonte: Adaptado de Jaster (1995).

Silagens muito úmidas, frequentemente resultam em menor consumo voluntário, que irá se refletir no desempenho animal. Na Tabela 7 pode-se observar que apenas com a escolha do momento mais adequado para a colheita do milho - ponto de grão farináceo-duro - com porcentagem de MS de 33%, a porcentagem de espiga se eleva para 51%, maximizando o consumo de MS e a produção de leite.

Tabela 7- Influência da maturidade sobre o valor nutritivo de silagem de milho.

Estádio de maturidade	% de MS	% de Espiga	kg de leite/vaca/dia	Consumo de MS (% PV)
Leitoso	25	37	17,2	1,95
Farináceo	30	47	18,4	2,13
Farináceo-Duro	33	51	19,1	2,30

Fonte: Adaptado de Faria (1994)

Johnson et al. (1973) citados por Zago (1999), estudando o efeito da maturação da planta de sorgo, relataram que o aumento no teor de

MS da panícula, durante a maturação, é o maior responsável pela queda de umidade da planta total (Tabela 8).

Tabela 8- Porcentagem de matéria seca da planta inteira, colmos, folhas e panículas, em diferentes estádios de colheita do sorgo.

Estádio de Maturidade	Planta Inteira	Colmos	Folhas	Panículas
Emergência da Panícula	26,2	15,8	22,8	22,8
Grão Leitoso	29,1	29,3	21,7	26,8
Grão Leitoso Farináceo	33,2	20,0	27,4	43,6
Grão Farináceo	43,1	18,8	34,2	61,1
Grão Duro	52,9	23,3	64,6	75,4

Fonte: Adaptado de Zago (1999)

As gramíneas tropicais apresentam baixos teores de MS e carboidratos solúveis no momento do corte para ensilagem, havendo necessidade de adoção de técnicas que reduzam a atividade da água, como pré-emurchecimento ou o uso de aditivos secos, promovendo a absorção de água livre e a elevação do teor de açúcares na massa ensilada, reduzindo as perdas resultantes de fermentações indesejáveis (Vilela, 1998). Avaliando silagens de capim Tânzania adicionadas de polpa cítrica (5-10%), Igarasi (2002) identificou melhores características fermentativas (pH, N-amoniaco), maiores taxas de recuperação de MS e de NDT, decorrentes de menores perdas (gases e efluente), que contrastaram com uma menor estabilidade após a abertura e um maior custo relativo da unidade de NDT, principalmente da forragem colhida no verão.

Evangelista et al. (2001) adicionaram 0, 5, 10 e 15% de farelo de trigo ou polpa cítrica, no momento da ensilagem, ao capim Coast-cross (*Cynodon spp*), às sete ou nove semanas de rebrota, e observaram que não houve efeito dos aditivos no valores de pH das silagens às sete semanas de rebrota. No entanto, todos os níveis de farelo de trigo e polpa cítrica proporcionaram redução no pH das silagens provenientes do capim colhido com nove semanas de rebrota. Como esperado, à medida que se elevaram as participações dos aditivos na massa ensilada, elevaram-se os teores de MS das silagens, com efeito mais pronunciado para a forragem colhida com nove semanas de rebrota.

Pedreira et al. (2001) observaram, em Tifton 85 (*Cynodon* spp.), maior quantidade de N amoniacal em forragem ensilada sem pré-emurchecimento e sem a adição de polpa cítrica, provavelmente devido à maior proteólise proveniente da atividade das enzimas da planta ou mesmo produzidas pelos clostrídios. Com a adição de polpa cítrica foram observados menores valores de pH e de N-amoniacal, provavelmente em função da redução na atividade de Clostrídios, embora os teores de proteína bruta (PB) e dos constituintes de parede celular tenham diminuído com a adição de polpa cítrica, devido aos baixos teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e PB da polpa cítrica.

Outra forma de perda de valor nutritivo da silagem é através da produção de efluente, sendo influenciada pelo teor de MS da cultura ensilada, tipo de silo, grau de compactação e o processamento físico da forragem. As perdas por efluentes representam perdas do valor nutricional da silagem e riscos de poluição ambiental, que podem ser evitados: utilizando forragens naturalmente mais secas, misturando culturas mais secas às mais úmidas no momento da ensilagem, usando aditivos absorventes ou adotando o pré-emurchecimento na ensilagem (Nussio, 2002). Conforme visto na Tabela 6, em forrageiras ensiladas com alta umidade, as perdas de MS por efluente podem atingir 10%, sendo que em teores de MS em torno de 30%, a produção de efluente não é significativa (1%).

São vários os modelos que tentam quantificar a produção de efluente em silagens, no entanto eles utilizam apenas o teor de MS da forragem como fator para quantificar a produção de efluente, sem levar em consideração fatores como tipo e dimensionamento do silo, grau de compactação, efeito do tipo de corte da forragem e aditivos. Das equações abaixo, observa-se que os valores mínimos de MS para a produção de efluente estão na faixa de 29 a 30% de MS:

a) Sutter (1957) citado por Jones e Jones (1996):

$V_s = 669,4 - 2,24 MS$, onde V_s é o volume de efluente produzido (L/t de silagem) e MS o conteúdo de matéria seca da cultura (g/kg);

b) Zimmer (1967) citado por Woolford (1984):

$W = 832,6 - 5,41MS + 0,00883 MS^2$, onde W é o peso do efluente (kg/t de silagem) e MS o conteúdo de matéria seca do material ensilado (g/kg);

c) Bastiman (1976):

$V_n = 767 - 5,34MS + 0,00936 MS^2$, onde V_n é o volume do efluente (L/t de silagem) e MS o conteúdo de matéria seca do capim (g/kg).

Apesar das equações propostas preverem a produção de efluente com base no teor de MS, outros parâmetros devem estar correlacionados com as perdas por efluente.

Na atualidade, está sendo bastante utilizada a produção de silagem pré-secada que consiste no emurchecimento de forragens, antes de ensilar, até valores de MS acima de 30% o que tem muitas vantagens, principalmente quando a forragem original tem umidade elevada. Ocorre redução ou eliminação de efluentes, com redução das perdas totais de matéria seca. A silagem produzida é de pH mais elevado, com maior concentração de açúcar e maior ingestão pelos ruminantes do que silagem feita sem o emurchecimento (Catchpole e Henzel, 1971). Ainda segundo a revisão desses autores, a secagem parcial das plantas reduz a atividade da água, o que provavelmente causa efeito inibidor nas fermentações secundárias. A atividade da água diminui, enquanto que a concentração de solutos aumenta, em virtude da perda de água no processo de secagem, e também quando grandes moléculas são quebradas em moléculas menores durante a fermentação.

Com relação a perdas na silagem pré-secada, Muck (1988) ressaltou a importância de não secar excessivamente o material a ser ensilado destacando a possibilidade de perdas no campo ao redor de 10%, e enfocando o surgimento de nutrientes indigestíveis como o NIDA (nitrogênio insolúvel em detergente ácido) no processo de ensilagem, devido ao aquecimento do material no silo. Além disso, pode haver perdas iniciais devido à má compactação, atrasando o início da fase anaeróbica.

Silveira (1988) indicou que silagens bem preservadas devem apresentar valores de NIDA abaixo de 5% do N-total. Berto e Muhlbach

(1997) obtiveram elevação nos valores de NIDA, entre a aveia fresca e a emurchecida por 26 horas, sendo estes valores iguais a 8,7 e 11,7%, respectivamente.

Segundo Vilela (1998), o emurchecimento tem-se mostrado um dos métodos mais eficientes técnica e economicamente, na elevação no teor de MS, ficando sua prática limitada à disponibilidade de máquinas e às condições climáticas favoráveis. Quanto às perdas, o processo de pré-secagem em si apresenta como perda inevitável cerca de 2 a 5%, conforme McDonald et al. (1991), além das perdas nas demais etapas da ensilagem.

Paziani (2004) avaliou o efeito do teor de MS, do tamanho de partícula e da adição de inoculante bacteriano sobre as perdas no processo de conservação da silagem de capim Tanzânia. Os índices de recuperação de MS e as perdas na forma de efluente e gases nos tratamentos sem inoculante bacteriano foram de 90,58%; 53,66 kg/t MV e 6,40% da MS nas silagens não emurchecidas, 93,62%; 16,81 kg/t MV e 4,97% da MS em silagens adicionadas com milheto grão e 92,19%; 3,55 kg/t MV e 6,16% da MS nas silagens emurchecidas, respectivamente.

2.3.2- Compactação e tamanho de partícula

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

Silagens com teores de MS mais elevados geralmente apresentam valores mais baixos de densidade (Tabela 9), o que pode ser atribuído à dificuldade de compactação e/ou maior tamanho das partículas da planta ensilada, decorrente da dificuldade da colhedora de picá-la em tamanhos menores (Vilela, 1985b).

Tabela 9- Densidade média e desvio padrão das silagens nos diferentes tipos de silos de acordo com os seus teores de matéria seca.

Matéria Seca (%)	Tipo de Silo				
	Trincheira	Cisterna	Meia- Encosta	Torre	Superfície
< 30	699 ± 145	662 ± 42	---	699 ± 69	498*
30-35	565 ± 85	582 ± 77	462 ± 59	---	403*
35-40	463 ± 57	577*	---	---	---
40-45	373 ± 27	398 ± 38	---	---	---
45-50	315 ± 66	314 ± 78	---	---	---
> 50	217*	142*	---	---	---

*Valor referente a um silo

Fonte: Adaptado de Vilela (1985b)

Correia (1996) concluiu que o estágio de maturação do grão de sorgo, no momento da colheita, é de fundamental importância, uma vez que, quanto menor o teor de umidade, maior a dificuldade de compactação, ou seja, a partir dos 35 dias após o florescimento, a densidade da silagem reduz significativamente, o que pode comprometer a qualidade da silagem produzida (Tabela 10).

Da mesma forma, Faria (1994) verificou que as perdas totais em silos do tipo horizontal podem atingir até 70%, quando submetidos a mal manejo (vedação mal feita e falta de compactação) e utilizados para a conservação de plantas com elevado teor de MS (Tabela 11).

Ruppel (1992) citado por Holmes e Muck (1999) concluiu que para densidades de 160 e 360 kg MS/m³ as perdas de MS em 180 dias de armazenamento foram de 202 e 100 g/kg, respectivamente, demonstrando os benefícios de uma maior densidade na diminuição de perdas. Ao avaliar silagem de capim Tanzânia em silos experimentais (balde plástico com 20 L de capacidade), Igarasi (2002) observou que densidades próximas de 150 kg MS/m³ foram originadas de amostras contendo cerca de 25% de MS, apresentando fermentação satisfatória, e que a máxima densidade estimada foi de 159,5 kg MS/m³, obtida de plantas pré-emurchecidas contendo 33,3% de MS.

Tabela 10- Influência do estágio de maturação do sorgo na proporção entre as partes da planta, composição bromatológica e valor nutritivo e densidade de silagem - média de três híbridos de sorgo.

Características	Dias após o florescimento							
	0	7	14	21	28	35	42	49
Avaliadas								
% de colmo	62,4 a	47,4 b	45,4 b	44,9 b	38,7 b	40,0 b	36,3 b	37,6 b
% de folha	29,5 a	23,1 b	18,3 c	18,4 c	16,2 cd	16,6 cd	16,9 cd	14,7 d
% de panículas	11,7 e	29,5 e	36,3 d	36,7 c	45,1 b	43,4 b	46,8 a	47,7 a
MS da	20,8	21,9	23,7	27,6 d	31,5	36,0	44,0	42,0
Silagem (%)	e	e	e		c	b	a	a
PB (% MS)	8,5 a	7,7 b	7,3 bc	7,0 bc	6,9 bc	6,8 bc	6,5 c	6,4 c
FDN (% MS)	65,0 a	63,4 ab	60,2 b	54,7 c	52,6 c	53,4 c	51,3 c	50,5 c
FDA (% MS)	37,4 a	37,0 a	35,2 a	31,6 b	30,5 b	31,1 b	29,3 b	29,3 b
Hemicelulose (% MS)	27,6 a	26,4 a	25,0 b	23,1 c	22,1 c	22,3 c	22,1 c	21,3 c
Celulose (% MS)	33,6 a	32,8 a	30,9 a	27,7 b	26,5 bc	26,7 bc	24,6 c	24,6 c
Lignina (% MS)	3,7 a	4,1 abc	4,2 abc	3,8 bc	3,9 abc	4,3 abc	4,6 a	4,5 ab
DIVMS (%)	57,7 a	57,7 a	57,3 a	57,5 a	56,0 ab	54,5 b	55,7 ab	54,7 b
Densidade da silagem (kg/m ³)	649,8 bc	719,7 a	708,1 ab	679,6abc	634,1 c	567,2 d	532,3 d	507,0 d

Médias seguidas de letras diferentes na linha, diferem (P<0,05) pelo teste Tukey.
Fonte: Correia (1996)

Tabela 11- Perdas totais de matéria seca em silos horizontais.

Teor de umidade da planta	Perdas de MS (%)	Observações
Alta	30-50	Vedação mal feita
Alta	10-20	Vedação bem feita com plástico
Média	28	Plástico rasgado, enchimento retardado
Média	9-13	Vedação bem feita com plástico
Baixa	70	Vedação mal feita, falta de compactação
Baixa	12	Vedação bem feita com plástico, boa compactação

Fonte: Faria (1994)

O tamanho da partícula é um importante fator na produção de silagem, influenciando o requerimento de potência na colhedora, densidade no transporte e no silo, e valor nutricional do produto final. Tamanhos de partículas mais reduzidos podem favorecer a fermentação, facilitando a compactação, promovendo maior superfície de contato entre substrato e microrganismos e disponibilizando mais conteúdo celular (Aguiar et al., 2000). McDonald et al. (1991) apontaram que quando o tamanho de partícula é inferior a 20 - 30 mm pode haver efeitos positivos sobre a disponibilidade de carboidratos solúveis, e conseqüentemente, estímulo ao crescimento de bactérias lácticas.

Balsalobre et al. (2001b) discutem que a redução do tamanho de partículas da forragem pode ser uma alternativa na minimização da fermentação butírica, por promover maior compactação e um maior contato do substrato com as bactérias fermentadoras, levando a maior produção de lactato e queda rápida de pH. No entanto, em silagens com baixos teores de MS, o menor tamanho de partículas pode provocar aumento na atividade de água e maior perda por efluente. Desse modo, poderia haver manutenção das perdas totais, com provável substituição da origem de contribuição da perda, evidenciando a complementariedade entre gases e efluente. Entretanto, em silagens contendo maiores teores de MS, a diminuição do tamanho da partícula, deverá promover redução nos níveis totais de perdas, pois promove um

mínimo impacto sobre a geração de efluentes, devido a alta pressão osmótica associada a sensível redução na atividade da água.

Loures (2000) mencionou que para se produzir silagens de qualidade satisfatória, é necessário que se promova intensa compactação, pois essa está diretamente relacionada com a densidade da massa ensilada. No entanto, quanto maior a compactação da massa ensilada, maior a chance de haver aumento na produção de efluentes, estando, esse efeito, dependente do teor de MS da planta ensilada. A autora testou dois teores de MS (13 e 25%) na massa ensilada de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), sob diferentes níveis de compactação, havendo maiores perdas por efluente associadas ao teor reduzido de MS (Tabela 12).

Tabela 12- Produção de efluentes observada durante sete dias de coleta para o capim-elefante ensilado com 13 e 25% de MS em silos experimentais de tubos de PVC.

Nível de MS (%)	Compactações (kg/m ³)	Material ensilado (kg)	Efluentes (L)
13	356,67	13,19	0,8373
	446,67	16,52	1,4333
	531,33	19,67	2,0667
	684,00	25,33	3,8000
	791,00	29,27	5,0667
25	294,67	10,88	0,0000
	331,67	12,29	0,0000
	387,00	14,31	0,0000
	438,33	16,16	0,0000
	488,67	18,09	0,0000

Fonte: Loures (2000)

Silagens de capim Tanzânia colhidas e repicadas sob três tamanhos de partícula, com adição de 10% de polpa cítrica ou pré-emurchecida, apresentaram redução nas perdas por efluente em relação às silagens controle. Entretanto, as reduções foram maiores para o tratamento pré-emurchecido comparativamente à adição de polpa, sugerindo que mesmo sob teor de MS semelhante, a atividade e

provável localização de água na célula vegetal é responsável por parte da carga de efluente gerada na massa. À medida que se reduz o tamanho de partícula, ocorre uma melhor fermentação da silagem e isso promove menores perdas totais de MS, mesmo com uma tendência de aumento nos teores de efluente. Segundo Aguiar et al. (2001) nos tratamentos sem polpa cítrica e sem pré emurchecimento as perdas por efluente foram bem representativas em relação às perdas totais, entretanto, para os demais tratamentos, essas perdas comportaram-se de forma pouco relevante (Tabela 13).

Tabela 13- Comparação dos efeitos do pré-emurchecimento e da adição de polpa cítrica nos parâmetros de perdas da silagem de capim-tanzânia.

Parâmetros	Pré-emurchecido			Sem Polpa			Com 10% Polpa		
	Maior 1/	Médio	Menor	Maior	Médio	Menor	Maior	Médio	Menor
MS (%)		30,9			20,42			27,2	
Efluente (L/t MV)	0,86 c	1,48 c	2,07 c	15,50 a	14,4 a	10,5 a	2,56 bc	3,96 b	4,21 b
2/									
Gases (%)	12,46	14,49	12,32	19,54	14,97	13,61	14,53	14,22	8,65 e
MS) 2/	cd	bcd	cd	a	bc	cd	bcd	bcd	
pH 2/	5,55	6,44 a	5,51	5,61 b	5,35	5,15	4,91	4,71 e	4,65 e
	bc		bc		bc	cd	de		
Densidade (kg/m ³) 2/	305 b	303 bc	310 b	255 e	281 d	314 b	307 b	292 e	354 a

1/: Estimação do tamanho de partículas utilizando Penn State Size Separator, definindo a proporção de material retido com diâmetro superior à 1,905 cm (Maior), intermediário à 1,905 – 0,787 cm (Médio), e inferior à 0,787 cm (Menor).

2/: Médias seguidas de letras diferentes na linha, diferem (P<0,05) pelo teste LSmeans.

Fonte: Aguiar et al. (2001)

2.4 – Gases

As perdas por gases estão associadas ao tipo de fermentação ocorrida na ensilagem. Quando a fermentação ocorre via bactérias homofermentativas, utilizando a glicose como substrato para produzir

lactato, as perdas de MS são menores. Quando ocorre a produção de álcool (etanol ou manitol), há um aumento considerável de perdas por gases, sendo esse tipo de fermentação promovido por bactérias heterofermentativas, enterobactérias e leveduras. Na condição de excesso de umidade, as perdas de MS por gases são ainda maiores, decorrentes de fermentação butírica, promovida por clostrídios, onde tanto as perdas de MS como as de energia são elevadas (McDonald et al., 1991).

Em silagens de capim Tanzânia com baixo teor de MS (20%), à medida que houve redução no tamanho de partículas, avaliada pela porcentagem de MS retida na peneira de 1,90 cm (Penn State Particle Size Separator), houve significativa redução na produção de gases. A adição de 5 e 10% de polpa cítrica elevou os teores de MS para 23 e 28%, respectivamente, entretanto, as perdas por efluentes aumentaram à medida que houve redução no tamanho de partícula. Contudo, com a adição de polpa cítrica houve sensível redução nas perdas por gases, de tal forma que as perdas totais acumuladas foram reduzidas. No caso de silagens contendo 28% de MS (10% de polpa cítrica) foi possível verificar redução nas perdas totais, da ordem de 18,18% para 13,75% da MS total, quando se reduziu o tamanho de partículas de 80 para 10% de material retido na peneira de 1,90 cm (Crestana et al., 2000).

Apesar da redução da perda total de MS não ser significativa em silagens mais úmidas, a redução no tamanho de partícula deve ser objetivo de qualquer programa de ensilagem. O menor tamanho da partícula apresenta menor custo de produção, por determinar maior densidade da forragem e por isso, redução no custo do transporte e armazenamento. Além disso, promoverá menores perdas físicas durante a retirada e distribuição da silagem no cocho. No entanto, o maior efeito em silagens de menor tamanho de partícula está relacionada ao maior potencial de consumo destas silagens (Balsalobre et al., 2001a).

Igarasi (2002) avaliou a produção de gases em silagens de capim tanzânia, produzidas no verão e no inverno, com e sem a adição de inoculante bacteriano. A adição do inoculante não refletiu alterações nos parâmetros fermentativos (pH e nitrogênio amoniacal), na produção de efluentes e na recuperação de MS, porém promoveu redução na produção de gases (Tabela 14).

Tabela 14- Médias da estimativa da produção de gás (% da matéria seca) para os efeitos do inoculante bacteriano em silagens de capim Tanzânia, produzidas no verão e no inverno.

Estação	Com inoculante	Sem inoculante
Inverno	2,38 Aa	3,66 Ba
Verão	5,34 Aa	5,31 Aa

Letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas diferentes na coluna indicam diferença significativa ($P < 0,05$)

Fonte: Igarasi (2002)

2.5- Tipo de microrganismos em atividade no silo

A atividade bem como a extensão da ação dos microrganismos no interior do silo estão intimamente ligados ao teor de MS da forragem no silo, bem como ao grau de compactação que é dado à forragem no interior do silo. Apenas em caráter de melhor entendimento da atividade microbiológica no interior de um silo, faremos comentários completamente isolados.

Conforme Jobim e Gonçalves (2003), no processo de confecção da silagem, a presença ou ausência de oxigênio no interior do silo determinará o desenvolvimento, mesmo que temporário, de três tipos de microrganismos: aeróbios, anaeróbios e anaeróbios facultativos. Assim, se o processo fermentativo não for adequado ocorrerão perdas de grande magnitude na quantidade e qualidade da forragem conservada. Na Tabela 15 é apresentado um resumo dos principais fenômenos que podem ocorrer no processo da ensilagem e conseqüências para a qualidade da forragem.

As bactérias ácido lácticas (BAL) são o principal grupo de microrganismos que atuam no processo fermentativo para a conservação da massa ensilada. As BAL incluem principalmente, os gêneros *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Pediococcus* e *Leuconostoc*, que produzem principalmente ácido láctico como produto da fermentação dos açúcares. No entanto, para que esse processo fermentativo ocorra com sucesso são necessárias condições de anaerobiose, substrato adequado e uma população suficiente de BAL (Jobim e Gonçalves, 2003).

Tabela 15- Fenômenos que podem ocorrer no processo de ensilagem e consequências para a qualidade da forragem.

Fermentação	Presença de O ₂	pH ótimo	pH limite	Substrato	Produto formado	Resultado na silagem
Homolática	Não	4,5-5,0	3,2-3,8	Açúcares	Ác. láctico	Rápida queda de pH, inibe fermentações secundárias
Heterolática	Não	5,5-6,0	3,8-4,4	Açúcares Ác. orgânicos	Ác. láctico, ác. acético, álcool e CO ₂	Evaporação, perdas de MS
Acética	Sim/Não	7,0	4,3-4,6	Açúcares	Ác. acético, álcool e CO ₂	Perdas de MS
Butírica	Não	7,0-7,5	4,0-4,8	Açúcares Ác. láctico Proteínas	Ác. butírico, amônia, Aminas e CO ₂	Perdas de MS, PB e baixo consumo
Fungos	Sim	5,0-7,0	2,5-3,5	Açúcares Mat. Orgân.	Amônia, CO ₂	Perdas de MS, baixo consumo
Leveduras	Sim/Não	4,0-6,0	1,3-2,5	Açúcares Ác. láctico	Ác. acético, álcool e CO ₂	Elevação de pH e perdas de MS

Fonte: Jobim e Gonçalves (2003)

Durante o processo fermentativo há perda de MS e energia, em maior ou menor proporção, em função da atuação dos vários microrganismos que podem desenvolver na massa ensilada. No caso das BAL, as perdas de energia são pequenas (0,7 a 1,7%) e as perdas de MS estão relacionadas com a intensidade de atuação das BAL heterofermentativas, que podem acarretar perdas de até 24% de MS, uma vez que as BAL homofermentativas produzem somente ácido láctico durante a fermentação, não ocasionando perdas de MS (Rotz e Muck, 1994).

Imediatamente após a eliminação do oxigênio no silo a fermentação anaeróbia inicia-se pelo crescimento de enterobactérias e outras estirpes de BAL heterofermentativas. As enterobactérias normalmente crescem intensivamente durante os primeiros dias de

ensilagem, mas sua população decresce rapidamente à medida que o meio é acidificado, sendo geralmente inibidas em pH abaixo de 5,0. O mecanismo de fermentação das enterobactérias é semelhante ao das bactérias ácido lácticas heterofermentativas, ocasionando perdas de MS e pequenas perdas de energia (Rotz e Muck, 1994).

As bactérias anaeróbias do gênero *Clostridium* têm efeito negativo sobre a qualidade da silagem especialmente se o pH não for suficientemente baixo para inibir o seu crescimento. Esses microrganismos fermentam açúcares, ácido láctico e aminoácidos produzindo ácido butírico e aminas (Tabela 15). Esse tipo de fermentação resulta em perdas significativas de MS e os produtos da fermentação, reduzem a palatabilidade, além de diminuir a estabilidade aeróbia da silagem. O ácido butírico formado é fraco para a conservação da silagem, e há grandes perdas de energia durante o processo fermentativo (mais de 20%), em relação à fermentação láctica onde as perdas de energia são reduzidas (Mc Donald et al., 1991).

2.6- Perdas após abertura do silo

A exposição da silagem ao ar, após a abertura e durante o fornecimento, é ocasionalmente acompanhada por deterioração aeróbica da silagem, resultando em perdas econômicas devido à perda de MS e de energia. Evidências experimentais têm mostrado que a alta susceptibilidade das silagens à deterioração, após a abertura do silo, está relacionada com o tempo prolongado de enchimento, aeração da massa na ensilagem, teor elevado de MS, menor compactação e densidade da massa ensilada e temperaturas ambientes elevadas (Woolford, 1984).

A estabilidade aeróbia da silagem pode ser definida como a resistência da massa de forragem à degradação após a abertura do silo. Alguns autores definem como o tempo que a silagem leva para atingir temperatura superior à 2°C acima da temperatura ambiente (Taylor e Kung Junior, 2002).

A estabilidade da silagem é determinada pela fermentação aeróbia (pós-fermentação) que ocorre após a abertura do silo. A pós-fermentação será mais intensa quanto melhor for a qualidade da silagem, em função dos maiores teores de carboidratos solúveis e de

ácido láctico residuais. A deterioração aeróbia da silagem está associada, principalmente, com o desenvolvimento de fungos e leveduras. Particularmente as leveduras *Candida krusei*, *Pichia fermentans* e *Hansenula anomala* são iniciadoras do processo de deterioração da silagem. Em uma etapa subsequente, bactérias (*Bacillus cereus*, *B. firmes*, *B. lentus* e *B. sphaericus*) podem estar envolvidas no processo de deterioração (Pereira e Reis, 2001).

O manejo correto após abertura do silo poderia reduzir ou evitar perdas decorrentes da aeração da silagem. Considera-se que o método mais efetivo de diminuir perdas seria a remoção e fornecimento imediato da silagem aos animais, através da retirada de camadas paralelas de toda superfície, de 10 a 30 cm por dia (McDonald et al., 1991). É observação pessoal dos autores deste capítulo, que o aproveitamento de silos existentes nas propriedades e/ou a construção destes, desvinculados da previsão da camada diária a ser removida do silo, em função do número de animais a serem alimentados, constitui elevada fonte de perdas de silagem ou da qualidade destas, por ocasião do fornecimento, causando sérios prejuízos à exploração pecuária onde o recurso silagem é usado no período crítico de disponibilidade de forragem.

Tabela 16- Perdas de matéria seca (%) de silos em descarregamento

Tipo de superfície de Remoção	Susceptibilidade da silagem à deterioração	Dias de exposição ao ar			
		1	2	3	4
Firme, compacta	Baixa	0,1	0,4	0,7	1,3
	Alta	0,3	1,5	3,5	6,0
Solta	Baixa	0,2	0,7	1,5	2,5
	Alta	0,7	3,0	6,9	11,2
Completamente solta	Baixa	0,5	1,5	2,5	3,5
	Alta	2,0	7,0	12,0	15,0

Fonte: Faria (1994)

A remoção da silagem deve ser realizada sem promover perturbações nas camadas remanescentes, sendo que o uso de pás carregadeiras frontais deve ser evitado. Caso a retirada seja manual é indispensável a utilização de uma ferramenta pontiaguda com corte nas laterais (tipo lança) para que todo o painel seja cortado. Os dados apresentados na Tabela 16 caracterizam o efeito da remoção de silagens sobre as perdas de MS.

Jobim et al. (1999) constataram que o desenvolvimento de leveduras e de fungos em silagens de grãos úmidos de milho e espigas de milho aumentou significativamente dois dias após a abertura dos silos. Na silagem de espigas de milho, a população de leveduras e de fungos apresentou crescimento médio superior à observada na silagem de grãos (Tabela 17). Tanto para o desenvolvimento de leveduras como de fungos, não houve diferença entre os dois últimos tempos de amostragem (4 e 6 dias). Com isso pressupõe-se que não houve intensa atividade de microrganismos aeróbios em uma profundidade maior no silo, em relação a fatia que estava sendo retirada a cada dois dias de descarga.

Tabela 17- Desenvolvimento de leveduras e de fungos nas silagens de espigas e de grãos úmidos de milho em diferentes períodos de amostragem após a abertura dos silos.

Silagens	Dias após a abertura dos silos				Média
	0 dias	2 dias	4 dias	6 dias	
Leveduras (UFC/g de silagem)					
Silagem de espiga	7,2	8,0	8,6	8,5	8,1 a
Silagem de grãos	6,4	7,1	7,9	8,2	7,4 b
Fungos Filamentosos (UFC/g de silagem)					
Silagem de espiga	1,2	2,0	3,5	3,8	2,6 a
Silagem de grãos	0,6	1,4	3,2	2,7	1,9 b

Fonte: Jobim et al. (1999)

2.7- Aspectos sanitários

É crescente o interesse pelos aspectos sanitários da silagem que é oferecida aos animais, e os riscos reais e potenciais associados a saúde humana. Problemas específicos têm sido associados com determinadas plantas forrageiras, como é o caso do milho, onde a silagem pode levar a maior incidência de micotoxicoses, ou ao manejo da ensilagem, como a produção de silagens em fardos envoltos por filme plástico indicando maior incidência de listeriose, ou a baixa adoção no uso de aditivos efetivos representando maior risco de crescimento de enterobactérias potencialmente patogênicas levando a distúrbios metabólicos causados por amônia, aminas e outros compostos da degradação de N (Wilkinson, 1999).

Quando vacas são alimentadas com silagem contaminada com clostrídeos, o leite pode ocasionar sérios problemas para a fabricação de queijos. Os esporos de clostrídeos são resistentes à temperatura de cozimento de alguns queijos e encontram condições ideais de desenvolvimento e fermentação. Com as condições favoráveis durante a maturação dos queijos, esses microrganismos proliferam, ocorrendo o inchamento dos queijos devido a produção de gás (CO_2 e H_2) poucas semanas após a fabricação. A fermentação por Clostrídeos (*Clostridium tyrobutyricum*) transforma o ácido láctico em ácido butírico e H_2 , o que confere odor e gosto desagradáveis e o queijo perde o valor comercial (Jobim e Gonçalves, 2003).

O desenvolvimento de *Listeria monocytogenes* em silagens é fortemente relacionado a deterioração aeróbia da silagem, devido a vedação inadequada ou furos na lona de cobertura. Contudo, tem sido observado aumento na incidência de listéria em silagens conservadas em fardos envoltos com filme plástico. A contaminação com listéria ocorre principalmente nas regiões periféricas do silo onde há alterações na conservação da silagem. Portanto, a eliminação dessa silagem mal conservada, no momento de fornecer aos animais, pode evitar problemas de contaminação não só com listéria, mas também com outros microrganismos, como por exemplo, fungos (toxinas) e esporos de clostrídeos (Muck e Shinnés, 2001).

3- PERDAS NA FENAÇÃO

O princípio básico da fenação resume-se na conservação do valor nutritivo da forragem através da rápida desidratação, uma vez que a atividade respiratória das plantas, bem como a dos microrganismos é paralisada. Assim, a qualidade do feno está associada a fatores relacionados com as plantas que serão fenadas, às condições climáticas ocorrentes durante a secagem a campo e ao sistema de armazenamento empregado.

A etapa inicial da secagem é rápida, ocorrendo quando os estômatos estão abertos e a perda de água pode chegar a 1 g/g MS/hora. Costa e Gomide (1991) avaliaram a taxa de secagem dos capins andropogon (*Andropogon gayanus*), braquiária (*Brachiaria decumbens*), jaraguá (*Hyparrhenia rufa*), gordura (*Melinis minutiflora*) e colônia (*Panicum maximum*) ceifados com oito e doze semanas de crescimento, em condições de câmara climática e de campo. Os autores observaram maior taxa de secagem na fase inicial, ou seja, nas primeiras nove horas na câmara climática e três horas no campo.

Numa segunda fase de secagem, após o fechamento dos estômatos, a perda de água ocorre via evaporação cuticular. A perda de água pode ainda ser rápida, se esforços forem feitos para reduzir a compactação da forragem ceifada com viragens e revolvimento (Rotz e Muck, 1994). Neste sentido, McDonald e Clark (1987) observaram taxas de perda de água, na segunda fase, variando de 0,5 para 1%/hora em forragem não virada, aumentando para 2%/hora em área submetida a ação de ancinhos e de 3%/hora em forragem que sofreu condicionamento e foi virada com ancinho.

Na fase final de secagem, em função da plasmólise, a membrana celular perde sua permeabilidade seletiva, ocorrendo rápida perda de água. A fase se inicia quando a umidade da planta atinge 45%, sendo menos influenciada pelo manejo e mais sensível às condições climáticas do que as anteriores (Moser, 1995).

As principais variáveis a serem consideradas em relação ao clima são radiação solar, temperatura, umidade relativa do ar (UR) e velocidade do vento. A UR é um dos principais fatores ambientais que exerce influência na perda de água da forragem desidratada a campo. De acordo com McDonald e Clark (1987), sob condição de secagem controlada, a alfafa (*Medicago sativa* L.) arranjada em camadas finas atingiu 20% de umidade em 25 horas

com UR de 45%, entretanto o tempo de secagem prolongou para 47 horas, quando a UR foi de 70%. Considerando que o feno é higroscópico, ou seja, absorve água do ambiente, a UR influencia o conteúdo de umidade de equilíbrio da forragem, a fim de atingir níveis adequados para o armazenamento (Tabela 18).

Tabela 18- Umidade de equilíbrio dos fenos em função da umidade relativa do ar.

Umidade Relativa do Ar (%)	Conteúdo de Umidade do Feno (%)
95	35,0
90	30,0
80	21,5
77	20,0
70	16,0
60	12,5

Fonte: Raymond et al. (1978)

Existem diferenças na taxa de secagem de plantas forrageiras, mesmo quando fenadas em condições climáticas semelhantes. Segundo Costa e Gomide (1991), foram observados tempos de secagem de 38,0; 30,4; 29,7; 28,8 e de 18,3 horas, para se atingir a umidade final, respectivamente, nos capins braquiária, andropogon, gordura, colônia e jaraguá. Os autores verificaram que a taxa de secagem correlacionou-se positivamente com a razão de peso foliar e inversamente com o comprimento dos caules.

As perdas no processo de fenação são consequência de alguns fatores como a diminuição de valor nutritivo da planta forrageira, atividade de dessecação a campo, armazenamento e distribuição aos animais. O controle efetivo desses fatores deve ser meta básica da atividade já que a aceitação dos níveis elevados encarece sobremaneira o preço do alimento preservado (Pereira e Reis, 1999).

3.1- Perdas no campo

As perdas mecânicas, durante o processamento a campo, podem ocorrer em virtude do dilaceramento de folhas e caules, no momento do corte, considerando que estas porções fragmentadas não serão recolhidas pela enfardadora (McDonald e Clark, 1987). Ademais é de suma importância, principalmente para as leguminosas, as perdas de folha que ocorrem em resposta à manipulação da forragem, notadamente na fase final da secagem. Conforme Vilela (1984), as perdas de MS no campo com a fenação de leguminosas são da ordem de 15 a 22%, dependendo do tempo de secagem e da espécie fenada.

Vários tipos de perdas podem ocorrer no recolhimento da forragem, além daquelas consideradas inevitáveis, como respiração celular, fermentação, lixiviação, decomposição de compostos nitrogenados e oxidação de vitaminas. Segundo Muck e Shinnes (2001) pode-se enumerar os seguintes tipos de perdas que ocorrem no recolhimento do feno:

- perdas no corte devido à altura do resíduo;
- perdas por respiração levando a decréscimo no conteúdo de compostos solúveis;
- perda de folhas em decorrência do manuseio excessivo da forragem;
- perdas por deficiência no recolhimento da forragem.

Teoricamente, muitas destas perdas podem ser evitadas, contudo a ocorrência de chuvas inesperadas pode causar perdas inevitáveis. A ocorrência de chuvas pode afetar a taxa de secagem e qualidade dos fenos da seguinte forma: prolongamento da vida da célula, permitindo a continuação do processo respiratório; lixiviando compostos solúveis; perda indireta de folhas pela manipulação excessiva; propiciando ambiente adequado para o desenvolvimento de microrganismos no campo, resultando em fermentação (Reis, 1996).

As perdas devido à ocorrência de chuvas durante a secagem a campo podem chegar a mais de 30% da MS (Tabela 19). As chuvas na fase final da secagem, quando as células estão mortas e a membrana celular perdeu sua permeabilidade, causam maiores perdas

do que aquelas que ocorrem no início da fenação. A forragem que foi submetida à chuva, para completar a secagem deverá sofrer processamento intenso a campo, o que pode resultar em aumento nas perdas mecânicas (Rotz, 2001).

Tabela 19. Perdas em matéria seca (%) de feno feito à campo.

Tipo de Conservação	Colheita	Armazenamento	Fornecimento aos animais	Total
Feno (com chuva)	33	4	8	45
Feno (sem chuva)	17	4	8	29

Fonte: Torres (1985)

3.1.1. Carboidratos solúveis

As perdas de carboidratos solúveis na forragem cortada exposta ao ar são devidas principalmente à respiração e fermentação. A respiração celular cessa, quando o teor de água da planta atinge valores abaixo de 35 a 40% (McDonald e Clark, 1987). Se a planta permanecer respirando, ocorrerá perda de carboidratos solúveis de alta digestibilidade (frutose, sacarose e frutose), diminuindo assim a qualidade do feno.

As perdas de carboidratos solúveis respondem pelas maiores alterações nos conteúdos de MS, principalmente durante o pré-murchamento e secagem lentos. É importante considerar que durante a secagem e em decorrência da atividade respiratória (que resulta em decréscimo nos conteúdos de carboidratos solúveis), as concentrações de PB, FDA, FDN e lignina, as quais não são afetadas pela respiração, podem aumentar em termos proporcionais, uma vez que os resultados são expressos em percentagem (Reis et al., 2001).

3.1.2. Compostos nitrogenados

As perdas de compostos nitrogenados são menores que as de carboidratos solúveis. Proteases vegetais ainda estão ativas durante a secagem e os teores de N-total solúvel aumentam, em oposição ao N-

protéico, pela formação de peptídeos, aminoácidos, amidas e bases voláteis (Moser, 1980). O percentual dos aminoácidos constituintes da fração protéica também muda, com redução de glicina, serina, treonina, alanina, tirosina, valina, metionina, leucina e isoleucina e aumento de prolina, glutamina e asparagina.

Como quase todas as formas de N são aproveitadas pelo ruminante, não ocorrem grandes perdas no valor nutritivo. Em média, 2,5% do N é perdido, entretanto a digestibilidade da proteína só será afetada pelo aumento na temperatura e/ou interferência de microrganismos (Reis et al., 2001).

3.1.3. Vitaminas e minerais

Segundo Moser (1995), a secagem ao sol diminui os teores das vitaminas A, C e E, por causa da oxidação e queima. A vitamina E é um tocoferol e em termos práticos pode ser expressa como total de tocoferóis presentes na planta. As folhas verdes são ricas em tocoferóis e em atividade de vitamina E, enquanto as forragens maduras são pobres e o feno seco apresenta atividade ainda mais baixa.

Por outro lado, a secagem ao sol promove aumento no conteúdo de vitamina D. A vitamina D está ausente ou ocorre em pequenas quantidades em forragens verdes. Com a morte das células após o corte, e durante o pré-murchamento, certos esteróides expostos à luz solar se transformam em vitamina D. A intensidade da atividade produzida é proporcional ao tempo de exposição ao sol. As folhas são mais susceptíveis à irradiação que os colmos, logo, o material fenado com alta proporção de colmos e exposto a pouca radiação contém pouca atividade da vitamina D (Moser, 1980).

Perdas de minerais, como fósforo e cálcio podem ocorrer em pequenas quantidades, entretanto, uma exposição prolongada no campo pode alterar estes valores. A ocorrência de lixiviação, quebra da folha e outros processos físicos indiretos podem proporcionar a perda de minerais, notadamente de potássio (Reis et al., 2001).

3.1.4. Compostos tóxicos

A secagem promove diminuição na concentração de compostos tóxicos, como glicosídeos cianogênicos, proteínas solúveis causadoras de timpanismo e de substâncias estrogênicas.

Glicosídeos cianogênicos presentes em algumas espécies de *Cynodon*, sorgo e trevo, perdem tal efeito devido à desnaturação das enzimas que liberam a cianida ou pela volatilização do ácido cianídrico liberado (Moser, 1980).

Substâncias estrogênicas presentes na alfafa (cumesterol), que interferem no ciclo estral dos animais e acarretam problemas no parto, têm a sua presença diminuída após o processo de secagem (Reis et al., 2001)

Da mesma forma, a secagem natural ou artificial diminui o conteúdo de proteína solúvel da alfafa, que é o agente causador do timpanismo em animais em pastejo nesta leguminosa (Moser, 1995).

3.2. Perdas no armazenamento

As técnicas que visam diminuir o tempo de secagem a campo, ou mesmo o recolhimento do feno com teores de umidade acima de 20%, podem diminuir as perdas a campo, entretanto, acarretam elevação naquelas do armazenamento (Reis, 1996). Segundo Hall (1957) citado por Faria (1994), as perdas médias a serem esperadas no armazenamento do feno estão em torno de 7% e, geralmente, os problemas decorrentes do armazenamento são consequência do alto teor de umidade da forragem dessecada.

As principais causas de perdas de MS no armazenamento de fenos com alto conteúdo de água estão relacionadas com a continuação da respiração celular e ao desenvolvimento de bactérias, fungos e leveduras. Em função da respiração celular e do crescimento de microrganismos, tem-se a utilização de carboidratos solúveis, compostos nitrogenados, vitaminas e minerais. Desta forma, há diminuição no conteúdo celular e aumento percentual na porção referente aos constituintes da parede celular (FDA), o que resulta em diminuição do valor nutritivo (Tabela 20).

Tabela 20. Composição química de fenos armazenados com alta umidade.

Feno	Umidade (%)	Carboidratos solúveis (% MS)	FDA (% MS)
Azevém	20	4,3	38,1
	40	1,1	43,3
Alfafa	20	16,3	28,7
	25	7,9	35,2
	30	9,8	40,5

Fonte: Adaptado de Reis (1996)

Deve-se considerar que a intensa atividade de microrganismos promove aumento na temperatura do feno, podendo-se registrar valores acima de 65°C e até combustão espontânea. Condições de alta umidade e temperaturas acima de 55°C são favoráveis à ocorrência de reações não enzimáticas entre os carboidratos solúveis e grupos aminas dos aminoácidos, resultando em compostos denominados produtos de reação de Maillard (Moser, 1995). A formação de produtos de Maillard em fenos superaquecidos promove diminuição acentuada na digestibilidade da proteína, uma vez que se pode observar aumento considerável nos teores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), o qual não é disponível para os microrganismos do rúmen. Portanto, o aumento de NIDA acarreta decréscimo de proteína solúvel e elevação na quantidade de PB alterada pelo calor (Reis et al., 2001).

Coblentz et al. (2000) observaram 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 também verificaram uma taxa mais lenta de queda nos teores de açúcares nos fenos mais secos (20%), quando comparado com aqueles armazenados com alta umidade (30%).

Segundo Moser (1995), a análise de fenos armazenados com umidade acima de 15%, e que sofreram aquecimento evidencia algumas mudanças na cor, associadas com a atividade de microrganismos e aquecimento durante o armazenamento. A cor verde presente no enfardamento dos fenos úmidos é alterada para vários tons de marrom. A extensão nas alterações na cor fornece indicação da intensidade do aquecimento no armazenamento e ocorrência da reação de Maillard. Nos fenos enfardados com alta umidade a digestibilidade de MS e de outros nutrientes diminuem com o armazenamento, uma vez que compostos facilmente digestíveis são perdidos devido à respiração.

De acordo com Hlodversson e Kaspersson (1986), a fenação altera a população de fungos da forragem, havendo diminuição naqueles gêneros típicos de campo como *Fusarium* e *Cladosporium* e aumento de *Aspergillus* e *Penicillium*, de maior ocorrência durante o armazenamento (Tabela 21).

Tabela 21 – População de fungos em fenos enfardados com alta umidade (44%).

Grupos de Fungos	Dias de Armazenamento 1/					
	0	2	5	7	12	19
<i>Aspergillus</i>	O	--	D	D	D	D
<i>Pennicillium</i>	O	--	D	D	D	D
<i>Scopulariopsis</i>	O	--	--	--	--	--
<i>Fusarium</i>	D	D	--	--	--	--
<i>Cladosporium</i>	D	D	D	D	D	--

1/: D (Dominante); O (Ocorrência frequente)

Fonte: Hlodversson e Kaspersson (1986)

Além das alterações na composição química, o desenvolvimento de fungos pode ser prejudicial à saúde dos animais e das pessoas que manuseiam fenos, devido à produção de toxinas por fungos patogênicos *Aspergillus glaucus* e *Aspergillus fumigatus*. A presença de esporos causa uma doença respiratória nos seres humanos denominada febre do feno. Em equinos, a doença pulmonar crônica obstrutiva e alterações digestivas (cólicas) estão associadas com a presença de fungos em fenos e palhas. Os bovinos são menos afetados pela presença de fungos nos fenos do que os equinos, contudo, também estão sujeitos a abortos micóticos e aspergilose (Moser, 1995).

Dentre as técnicas empregadas para a conservação de fenos com alta umidade, destaca-se a amonização, pela amônia anidra ou pelo uso da uréia como fonte de amônia (Reis, 1996). A amônia apresenta função fungistática e atua sobre a fração fibrosa da forragem, solubilizando a hemicelulose, aumentando a disponibilidade de substratos prontamente fermentescíveis para os microrganismos do rúmen, além da incorporação de nitrogênio não protéico na forragem, resultando em incremento na digestibilidade e consumo de MS. Dados obtidos por Bonjardim et al. (1992) e Reis et al. (1993) demonstram que a aplicação de 1,5% de amônia anidra foi eficiente em inibir o desenvolvimento de fungos nos fenos de *Brachiaria decumbens* e *Cynodon* spp (Tabela 22).

Quando o feno é deixado ao relento, as perdas no armazenamento podem ser mais elevadas. Lechtenberg et al. (1974) observaram que, em cinco meses, 8,2 a 12,6% da MS digestível foram

perdidos em grandes fardos redondos (216 a 462 kg) deixados no campo, e que as perdas se concentravam na camada externa de 5 a 10 cm. Os mesmos autores verificaram que, com fardos redondos pequenos (13,5 kg), as perdas de MS digestível subiram para 16,9%.

Tabela 22- Desenvolvimento de fungos em fenos de gramíneas tratados com amônia anidra.

Umidade (%)	NH ₃ (% MS)	Número de colônias/g de MS	
		<i>Cynodon</i> ¹	<i>B. decumbens</i> ²
15	0,0	7,5 x 10 ⁵	6,6 x 10 ⁵
	1,5	1,0 x 10 ²	1,5 x 10 ²
	3,0	2,3 x 10 ²	5,0 x 10 ³
20	0,0	1,1 x 10 ⁶	9,5 x 10 ⁵
	1,3	5,5 x 10 ¹	6,7 x 10 ¹
	3,0	8,1 x 10 ²	3,4 x 10 ²

Fonte: ¹Bonjardim et al. (1992); ²Reis et al. (1993)

O tipo de distribuição de feno pode provocar perdas elevadas e, de acordo com Lechtenberg et al (1974), as perdas durante a distribuição do feno são devidas ao pisoteio, fezes, urina e fornecimento excessivo. Os autores indicaram perdas de 35 a 45% do feno distribuído em medas e que o uso de anteparos e fenis reduziu as perdas para níveis de 3,7 a 5,6%.

As perdas no processo de fenação podem ser estimadas, com base nos trabalhos revisados por McDonald e Clark (1987), conforme as condições de secagem e de armazenamento (Tabela 23). De acordo com esses autores, o desenvolvimento de equipamentos mais eficientes para o corte, como o uso de condicionadoras que promovem abrasão em vez de maceração dos caules, ancinhos que aceleram a taxa de perda de água, bem como o uso de enfardadoras que permitam o armazenamento dos fardos com diminuição de perdas, são técnicas que aumentam a eficiência da fenação.

Tabela 23 – Previsão de perdas (%) na fenação em diferentes condições de secagem no campo.

Fontes de perdas	Ótimas 1/		Normais 1/		Adversas 1/	
	P	C	P	C	P	C
Forragem cortada	--	100	--	100	--	100
Corte/condicionamento	5	95	10	90	20	80
Respiração	5	90	10	81	15	68
Ancinho	5	86	10	73	20	54
Lixiviação	0	86	10	66	15	46
Enfardamento	5	81	10	59	20	37
Armazenamento	5	77	10- 20	53-47	30	26
Manuseio	5	74	10	48-43	30	18
Forragem consumida	--	74	--	48-43	--	18

1/: P (Perdido em %); C (Conservado em %)

Fonte: McDonald e Clark (1987)

4- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, R. N.; CRESTANA, R. F.; BALSALOBRE, M. A. A. et al. Avaliação das perdas de matéria seca em silagens de capim Tanzânia. In.: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. p.32.
- BALSALOBRE, M. A. A.; NUSSIO, L. G.; MARTHA JUNIOR, G. B. Controle de perdas na produção de silagens de gramíneas tropicais. In.: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ 2001a. p.890-911.
- BALSALOBRE, M. A. A.; NUSSIO, L. G.; SANTOS, P. M. Dry matter losses in Tanzania grass (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) silage. In.: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Anais...** São Pedro: FEALQ, 2001b. p.769-790.
- BASTIMAN, B. Factors affecting silage effluent production. **Experimental Husband**, v. 31, p. 40-46, 1976.
- BERTO, J. L.; MUHLBACH, P. R. F. Silagem de aveia preta no estágio vegetativo, submetida à ação de inoculantes e ao efeito do emurchecimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.4, p. 651-659, 1997.
- BONJARDIM, S. R.; REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. de A.; PEREIRA, J. R. A. Avaliação da qualidade dos fenos de gramíneas tropicais armazenados com

diferentes níveis de umidade e tratados com amônia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.5, p. 866-873, 1992.

- BORGES, A. L. C. **Qualidade de silagens de híbridos de sorgo de porte alto, com diferentes teores de tanino e de umidade no colmo, e seus padrões de fermentação.** 1995. 104p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- CASTRO, F. G. **Uso do pré-emurchecimento, inoculante bacteriano-enzimático ou ácido propiônico na produção de silagem de Tifton 85 (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.).** 2002. 136p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- CATCHPOOLE, V. R.; HENZELL, E. F. Silage and silage-making from tropical herbage species. **Herbage Abstracts**, Farhan Royal, v.41, n.3, p. 214-221, 1971.
- 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**, v.40, n.5, p. 1375-1383, 2000.
- CORREIA, C. E. S. **Qualidade das silagens de três híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) em diferentes estádios de maturação.** 1996. 87p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- COSTA, C.; MONTEIRO, A. L. G.; BERTO, D. A.; ALMEIDA JÚNIOR, G. A.; LOPES, A. B. R. C. Impacto do uso de aditivos e/ou inoculantes comerciais na qualidade de conservação e no valor alimentício de silagens. In.: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1., 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2001. p.87-126.
- COSTA, J. L.; GOMIDE, J. A. Drying rates of tropical grasses. **Tropical Grassland**, v.25, n.4, p. 325-332, 1991.
- CRESTANA, R. F.; AGUIAR, R. N. S.; NUSSIO, L. G. et al. Avaliação das perdas de silagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) pré-secado ou com adição de polpa cítrica em três tamanhos de partículas. In.: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 8., 2000 (Compact disk).
- EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A. Silagens: do cultivo ao silo. Lavras: UFLA, 2000. 196p.
- EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A.; SIQUEIRA, G. R. et al. Aditivos na ensilagem de coast cross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) - 1. Farelo de trigo e polpa cítrica. In.: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ 2001. p.71.
- FARIA, V. P. Técnicas de produção de silagens. In.: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C. de.; FARIA, V. P. **Pastagens: fundamentos da exploração racional.** Piracicaba: FEALQ, 1994. p.695-720.

- HLODVERSSON, R.; KASPERSSON, A. Nutrient losses during deterioration of hay in relation to changes in biochemical composition and microbial growth. **Anim. Feed Sci. And Technol.**, v.38, n.1, p. 149-165, 1986.
- HOLMES, B. J.; MUCK, R. E. **Factors affecting bunker silos densities**. Madison: University of Wisconsin, 1999. 7p.
- 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**. 2002. 132p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- JASTER, E. H. Legume and grass silage preservation. In.: MOORE, K. K.; KRAL, D. M.; VINEY, M. K. **Post-harvest physiology and preservation of forages**. Madison: American Society of Agronomy, 1995. p.91-115.
- JOBIM, C. C.; GONÇALVES, G. D. Microbiologia de forragens conservadas. In.: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R.; MOREIRA, A. L. **Volumosos na produção de ruminantes: valor alimentício de forragens**. Jabcicabal: FUNEP, 2003. p.1-26.
- JOBIM, C. C.; REIS, R. A.; SCHOKEN-ITURRINO, R. P. Desenvolvimento de microrganismos durante a utilização de silagens de grãos úmidos de milho e de espigas de milho sem brácteas. **Acta Scientiarum**, v.21, n. 3, p.671-676, 1999.
- JONES, D. I. H.; JONES, R. The effect of in silo effluent absorbents on effluent production and silage quality. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 64, p. 173-186, 1996.
- LECHTEMBERG, V. L.; SMITH, V. H.; PARSONS, S. D.; PETRITZ, D. C. Storage and feeding of large hay packages for beef cows. **Journal of Animal Science**, v.39, n.6, p.1011-1116, 1974.
- LEIBENSPERGER, P. Y.; PITT, R. E. A model of clostridial dominance in silage. **Grass and Forage Science**, v. 42, n. 3, p. 297-317, 1987.
- LOURES, D. R. S. **Características do efluente e composição químico-bromatológica da silagem sob níveis de compactação e de umidade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Cameroon)**. 2000. 67p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- MCDONALD, A. D.; CLARK, G. R. Water and quality loss during field drying of hay. **Advances in Agronomy**, v.41, p. 407-437, 1987.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. Edinburg: J. Wiley & Sons Ltda., 1991. 226 p.
- MOSER, L. E. Post-harvest physiological changes in forage plants. In.: MOORE, K. K.; KRAL, D. M.; VINEY, M. K. **Post-harvest physiology and preservation of forages**. Madison: American Society of Agronomy, 1995. p. 1-19.
- MOSER, L. E. Quality of forages as affect by post-harvest storage and processing. In.: **Crop quality, storage and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1980. p.227-260.
- MUCK, R. E. Factors influencing silage quality e their implications for management. **Journal Dairy Science**, Syracuse, v.71, p. 2992-3002, 1988.
- MUCK, R. E.; SHINNES, K. J. Conserved forages (silage and hay): progress and priorities. In.: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 29., 2001, São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: Brazilian Society of Animal Husbandry, 2001. p.753-762.
- NUSSIO, L. G.; PANZIANI, S. F.; NUSSIO, C. M. B. Ensilagem de capins tropicais. In.: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. p.60-99.
- PAZIANI, S. de F. **Controle de perdas na ensilagem, desempenho e digestão de nutrientes em bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia)**. 2004. 208p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- PEDREIRA, M. R.; MOREIRA, A. L.; REIS, R. A. et al. Características químicas e fermentativas do Tifton (*Cynodon* spp.) ensilado com diferentes teores de umidade e polpa cítrica. In.: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ 2001. p.100.
- PEREIRA, J. R. A.; REIS, R. A. Produção e utilização de forragem pré-secada. In.: EVANGELISTA, A. R.; SALES, E. C. J.; SIQUEIRA, G. R.; LIMA, J. A. **Simpósio de Forragicultura e Pastagens: temas em evidência**. Lavras: UFLA, 2001. p.235-254.
- RAYMOND, F.; SHEPPERSON, G.; WALTHAM, R. **Forage conservation and feeding**. Suffolk: Farming Press, 1978. 208 p.
- REIS, R. A. Processamento e conservação de feno. In.: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *CYNODON*, 1996, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1996. p. 57-68.
- REIS, R. A.; MOREIRA, A. L.; PEDREIRA, M. dos S. Técnicas para produção e conservação de feno de forrageiras de alta qualidade. In.: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1., 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2001. p. 1-39.
- REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. de A.; NAHAS, E.; BONJARDIM, S. R.; PEREIRA, J. R. A. Amonização do feno de *Brachiaria decumbens* com diferentes níveis de umidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.4, p. 539-543, 1993.
- ROTZ, C. A. Mechanization: planning and selection of equipment. In.: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 29., 2001, São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: Brazilian Society of Animal Husbandry, 2001. p.763-768.

- ROTZ, C. A.; MUCK, R. E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: *Forage, quality, evaluation and utilization*. Madison: ASA, 1994. p.828-868.
- SILVEIRA, A. C. Produção e utilização de silagens. In.: SEMANA DE ZOOTECNIA, 12., 1988, Pirassununga. *Anais...* Campinas: Fundação Cargill, 1988. p.119-134.
- TAYLOR, C. C.; KUNG JUNIOR, L. The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of high moisture corn in laboratory silos. *Journal Dairy Science*, Syracuse, v.85, p. 1526-1532, 2002.
- TORRES, R. de A. Conservação de forragem. In.: **Terceiro Curso de Pecuária Leiteira**. Juiz de Fora: Nestlé/ANP/EMBRAPA-CNPGL/Instituto de Laticínios C. Tostes/EPAMIG, 1985. p. 40-48.
- VILELA, D. **Silos: tipos e dimensionamento**. Coronel Pacheco: EMBRAPA-CPGL, 1985b. 31p. (EMBRAPA-CNPGL. Circular Técnica, 22).
- VILELA, D. **Sistemas de conservação de forragem: fenação**. Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1984. 32p. (EMBRAPA-CNPGL. Boletim de Pesquisa, 7).
- VILELA, D. **Sistemas de conservação de forragem: silagem**. Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1985a. 42p. (EMBRAPA-CNPGL. Boletim de Pesquisa, 11).
- VILELA, D. Aditivos para silagem de plantas de clima tropical. In.: SIMPÓSIO SOBRE ADITIVOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES E NÃO RUMINANTES, 1998, Botucatu. *Anais...* Botucatu: SBZ, 1998. p.73-108.
- WILKINS, R. J.; SYRJALA-QVIST, L.; BOLSEN, K. K. The future role of silage in sustainable animal production. In.: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 12., 1999, Uppsala. *Proceedings...* Uppsala: Swedish University of Agricultural Science, 1999. p.23-40.
- WILKINSON, J. M. Silage and health. In.: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 12., 1999, Uppsala. *Proceedings...* Uppsala: Swedish University of Agricultural Science, 1999. p.67-81.
- WOOLFORD, M. K. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 1984. 322p.
- ZAGO, C. P. Silagem de sorgo. In.: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C. de.; NUSSIO, L. G.; FARIA, V. P. **Alimentação suplementar**. Piracicaba: FEALQ, 1999. p.47-68.

USO ESTRATÉGICO DE FORRAGENS CONSERVADAS EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE CARNE E LEITE

Antonio Ferriani Branco (afbranco@uem.br)

Clóves Cabreira Jobim (ccjobim@uem.br)

Prof. Departamento de Zootecnia – UEM, Maringá-PR.

Ao iniciarmos a abordagem do tema proposto, queremos dar ênfase à produção de carne e leite a pasto e o uso estratégico de forragens conservadas levando em conta o balanço de nutrientes do sistema. As considerações a respeito deste tema devem ser feitas avaliando as muitas variáveis, as quais de forma direta ou indireta influenciam o desempenho de todo o sistema. Não podemos deixar de considerar que os fatores de produção no setor primário constam de terra, trabalho e capital, o que torna nossas análises mais complexas ainda. Quando falamos em sistemas de produção, na realidade estamos abordando um universo muito amplo e, dessa forma, temos que usar todos os recursos no sentido de juntar as informações disponíveis de forma cooperativa e, assim, desenvolver modelos que possam ser operados no campo, por técnicos que atuam na assistência e consultoria técnica. Nossas informações sobre sistemas não têm repetibilidade e, dessa forma, são frágeis e deficientes. Falando em sistemas, devemos considerar que os animais são apenas parte dos recursos que serão utilizados para obter os produtos finais, carne e leite, em nosso caso. Nossas pesquisas normalmente são pontuais e focalizam fatores individuais que estão envolvidos no sistema, o que dificulta as previsões sobre possíveis resultados em diferentes situações, tornando áspero o caminho da tomada de decisões.

O tema em questão envolve vários aspectos de relevância nos diferentes sistemas de produção de carne e leite, e dentre os mais importantes podemos citar, todo o sistema da pastagem, a produção de forragens conservadas, o uso estratégico das mesmas, e os animais. Nesse sentido, além das características inerentes destes elementos, das quais, algumas temos dificuldades de alterar no curto prazo, e algumas até não temos como alterar, nosso esforço deve ser dirigido no sentido

de conciliar as variáveis nas quais interferimos e, assim, buscar a sustentabilidade dos sistemas nas diferentes condições de produção.

A produção de forragens conservadas envolve vários aspectos de natureza técnica e econômica e, com certeza, não há uma fórmula mágica para a tomada de decisões quando consideramos as diferentes situações que enfrentamos em nosso país. Os aspectos técnicos e econômicos ligados à produção de forragens conservadas são temas de outras palestras deste Simpósio e, portanto, não serão alvos de nossas considerações.

Para iniciar devemos nos fazer algumas perguntas que devem ser respondidas, ou seja, porque, quando e como suplementar, além de quais os reflexos da suplementação na sustentabilidade do sistema. É importante destacar que independente dos nutrientes que disponibilizamos aos animais, suas exigências para uma dada situação não se modificam, pois as mesmas independem das características do alimento ou da forragem.

Quando pensamos em sistemas de produção de carne e leite a pasto e no uso estratégico de forragens conservadas devemos ter em mente que a produção animal individual não é um indicativo de valor, mas sim os índices da propriedade, pois como abordamos anteriormente um sistema é um universo amplo. Dessa forma, suplementamos não apenas para aumentar a produção individual, mas no sentido de produzir de forma sustentável e econômica, e assim tornar viável o uso de forragens conservadas no sistema, no caso o imóvel.

Após busca na literatura corrente e nas informações de órgãos de pesquisa que atuam na área de produção de ruminantes, encontramos escassas informações a respeito do uso de forragens conservadas em sistemas de produção de carne e leite a pasto. Dessa forma, discutiremos as exigências dos animais e como podemos atendê-las considerando aspectos ligados às pastagens tropicais, como qualidade e produção, tanto para produção de carne, como produção de leite e, como poderemos otimizar a produtividade do sistema usando estrategicamente forragens conservadas. Na realidade vamos fazer um exercício de balanço de nutrientes.

Nossa ênfase será no sentido de entendermos como as exigências nutricionais de vacas em lactação e, em gado de corte,

criados em pastagens, e em diferentes níveis de produção podem ser atendidas com o uso de forragens conservadas como suplemento.

Assim, de início, vamos destacar que a prática da suplementação vem de encontro a algumas lacunas deixadas pela produção do pasto e que devem ser preenchidas, no sentido de suprir a demanda de nutrientes pelo sistema. Além disso, o uso estratégico de forragens conservadas pode auxiliar não somente no maior suprimento de nutrientes, mas também na melhor utilização das pastagens.

O Brasil como país continental apresenta muitos subtipos climáticos e regiões bastante distintas. No entanto, na maior parte de sua extensão as características climáticas proporcionam ao longo do ano uma taxa de acúmulo de forragem muito irregular. Observa-se grande acúmulo no período compreendido basicamente entre os meses de outubro a abril, e um baixo acúmulo no período de maio a setembro. Obviamente que estas características também afetam a qualidade da forragem ao longo do ano. Considerando estes fatos, em sistemas mais eficientes de produção a pasto, não podemos deixar de considerar a suplementação com forragens conservadas em períodos críticos, como uma alternativa que pode melhorar o desempenho de nossa pecuária.

1. SUPLEMENTAÇÃO COM FORRAGENS CONSERVADAS EM GADO LEITEIRO

A utilização eficiente de alimentos por vacas leiteiras em sistemas baseados no pasto requer de nossa parte um conhecimento e entendimento detalhado de algumas áreas, das quais podemos destacar princípios de planejamento forrageiro, crescimento sazonal da forrageira, taxas de acúmulo da pastagem, características nutritivas da forragem consumida, as relações entre oferta de forragem e ingestão de matéria seca e, a interação entre a pastagem e os suplementos a serem utilizados.

Sistemas de produção eficientes baseados na pastagem são caracterizados por alta produção de leite por unidade de área, enquanto sistemas em confinamento são caracterizados por alta produção de leite por vaca.

O principal objetivo da suplementação de vacas em pastagem deve ser aumentar a ingestão total de matéria seca e de energia em relação à pastagem exclusivamente. Para um sistema de produção a pasto, a meta primária da suplementação deve ser otimizar o retorno por vaca e unidade de área. As metas a serem alcançadas devem incluir: 1) aumento da produção de leite por vaca; 2) aumento da taxa de lotação e produção por unidade de área; 3) melhorar o uso da terra com taxas de lotação mais elevadas; 4) melhorar a condição corporal, no sentido de obter melhores índices reprodutivos independente da falta de forragem; 5) aumentar o período de lactação durante os períodos críticos; 6) aumentar a proteína do leite pela suplementação energética.

O uso eficiente da pastagem envolve um detalhado balanço entre as exigências nutricionais dos animais e as flutuações sazonal e anual na produção da pastagem. Segundo Milligan et al. (1987) no planejamento alimentar do rebanho devemos avaliar:

- 1) A caracterização do perfil de disponibilidade de alimentos no longo prazo (anual), de forma que possam ser tomadas decisões como definir a taxa de lotação, o melhor período para concentrar os nascimentos, a necessidade de forragem conservada e de outros alimentos;
- 2) Um planejamento que seja flexível e dê alternativas no caso de excesso de produção forrageira ou escassez acima do previsto;
- 3) Um bom manejo de pastagem que envolve decisões operacionais e investimento.

1.1. Efeito da Oferta de Forragem

Em sistemas de produção de leite a pasto, as diferenças que ocorrem na ingestão de matéria seca mais do que a própria concentração de energia do pasto, parece ser o principal fator responsável pela menor ingestão de energia e produção de leite (Kolver e Muller, 1998).

Vários fatores afetam a IMS (Poppi et al., 1987; Hodgson e Brookes, 1999) incluindo a massa de forragem pré-pastejo (quantidade

de forragem por unidade de área, kg de MS/ha) e a oferta de forragem (quantidade de pasto oferecido por vaca, kg de MS/vaca/dia).

A ingestão de matéria seca do pasto aumentou de 17,7 kg/dia (2,9% do PV) para 20,5 kg/dia (3,4% do PV) quando a oferta de forragem aumentou de 25 para 40 kg de MS/vaca/dia (Bargo et al., 2002a).

Em revisão realizada por Bargo et al. (2003) os autores encontraram que em uma ampla faixa de oferta, que variou de 20 a 70 kg de MS/vaca/dia, a ingestão de MS aumentou 9,19 kg/kg de aumento na OF (faixa de 0,17 a 0,24 kg/kg).

Se a meta é maximizar a IMS de vacas de média e alta produção, o manejo deve assegurar que não haja restrição quanto à quantidade e a qualidade do pasto, mas como sabemos, tal fato ocorre por períodos muito curtos.

No entanto, deve-se considerar que o uso de ofertas muito altas também pode resultar em deterioração da qualidade do pasto à medida que ocorre aumento na altura da pastagem residual (Peyraud e Delaby, 2001). Considerando que a baixa utilização do pasto e que com alta disponibilidade ocorre queda de qualidade, uma recomendação prática é praticarmos uma disponibilidade 2 vezes superior à ingestão de matéria seca esperada ou aproximadamente 25 kg de MS/vaca dia de forragem disponível quando as vacas são alimentadas com suplemento (Bargo et al., 2002 a).

1.2. Taxa de Substituição

O uso de suplementos na alimentação de vacas leiteiras pode ter um efeito expressivo sobre a ingestão de forragem (Leaver et al., 1968). Quando vacas leiteiras criadas a pasto são alimentadas com suplementos, independente do tipo, a IMS do pasto normalmente diminui, fato que conhecemos por taxa de substituição (TR). A taxa de substituição é calculada como:

$$TR \text{ (kg/kg)} = \frac{IMS \text{ s/suplemento} - IMS \text{ c/suplemento}}{IMS \text{ do suplemento}}$$

A taxa de substituição é um dos principais fatores envolvidos e que explicam a variação observada na resposta produtiva de vacas quando são suplementadas (Kellaway e Porta, 1993; Stockdale, 2000 a). Ao avaliar a resposta econômica de vacas à suplementação, no curto tempo, deve-se basear as decisões nos preços do leite e dos suplementos. No entanto, na avaliação por períodos mais longos, outros fatores devem ser considerados nas avaliações econômicas, os quais incluem aumento da taxa de lotação na fazenda, melhor utilização da pastagem, efeitos positivos na condição corporal e índices reprodutivos, aumento na duração da lactação, e prováveis efeitos positivos na composição do leite (Kellaway e Porta, 1993). Altas taxas de substituição podem reduzir o retorno econômico pelo fato do pasto não ser usado efetivamente, a menos que a taxa de lotação também seja incrementada.

Pelo fato de que taxa de substituição e resposta em leite adicional apresentam-se altamente correlacionados, os fatores que afetam estas duas variáveis devem ser considerados juntos. A taxa de substituição e a resposta produtiva em relação à suplementação são afetadas por diversos fatores ligados aos animais, ao pasto e aos suplementos (Stockdale, 2000a, 2000b). Os mais importantes fatores relacionados ao pasto são a oferta, a altura, a espécie, a massa de forragem, e a qualidade. Os fatores mais importantes relacionados aos suplementos são o tipo e a quantidade de suplemento e, os principais fatores relacionados aos animais são o mérito genético das vacas, o nível de produção e o estágio da lactação.

O tipo de suplemento influencia a taxa de substituição e o desempenho animal. A suplementação com forragens conservadas diminui a ingestão de matéria seca da pastagem de forma mais acentuada do que com concentrados (Mayne e Wright, 1988). Incluindo situações de baixa e alta disponibilidade, a taxa de substituição variou de 0,84 a 1,02 kg/kg de silagem de gramínea e de 0,11 a 0,50 kg/kg de concentrado, quando estes alimentos foram usados como suplementos (Mayne e Wright, 1988). Mais recentemente, Stockdale (2000b) preparou uma revisão com dados de 39 estudos com vacas leiteiras em pastagem, e concluiu que a suplementação com forragens conservadas, feno e silagem, resultou em maior taxa de substituição do que a

suplementação com concentrados (Tabela 1). Stockdale (1999) verificou, contudo, que os efeitos do tipo de suplemento sobre a taxa de substituição pode ser irrelevante se ambos, a disponibilidade de forragem e a quantidade de suplemento forem baixos.

As principais hipóteses relacionadas à taxa de substituição é que a mesma ocorre por efeitos associativos negativos no rúmen (Dixon e Stockdale, 1999), ou por redução no tempo de pastejo (McGilloway e Mayne, 1996). Os maiores valores de taxas de substituição observados com suplementos volumosos são atribuídos ao maior volume ocupado no rúmen, menor digestibilidade ruminal e no trato total. Entretanto, os pesquisadores que atuam na área sugerem que estas variações são mais acentuadas e significativas quando os níveis de suplemento e a disponibilidade de forragem são altos.

Tabela 1 – Equações de regressão divulgadas na literatura para prever a taxa de substituição

Equação	Tipo de Suplemento	Referência
$S = -0,45 + 0,32 \text{ IP}$	Concentrado	Grainger e Mathews (1989)
$S = -0,70 + 0,41 \text{ IP}$	Concentrado	Larcombe (1989)
$S = -0,48 + 0,31 \times (\text{IP} + \text{IC}/2)^1$	Concentrado	Neaves et al. (1996)
$S = -0,42 + 0,40 \text{ IP}$	Forragem	Dulphy (1978)
$S = 0,01 + 0,16 \text{ IP}$	Forragem	Larcombe (1989)

¹ para $1,5 < \text{IP} + \text{IC}/2 < 4$

S = taxa de substituição (kg de MSI do pasto/ kg de suplemento consumido)

IP = ingestão de pastagem não suplementada (kg de MSI/ 100 kg de PV)

IC = ingestão de concentrado (kg de MSI/ 100 kg de PV)

Stockdale et al. (1981) e King e Stockdale (1981) suplementaram vacas em lactação com fenos contendo 8,7 e 9,6 MJ de EM/kg de MS, e observaram respostas de 0,5 kg de leite/kg de suplemento, tanto no início como no final da lactação.

A literatura tem mostrado que vacas leiteiras respondem bem a suplementação com silagem de milho, embora não ocorra produção de leite extra quando a silagem excede 1/3 da dieta total

(Bryant e Donnelly, 1974; Bryant e Cook, 1977; Rogers et al., 1979), e isto tem sido atribuído aos baixos teores de proteína na dieta total, pelo fato do teor de proteína das silagens variarem de 6 – 8%.

Em condições tropicais na época seca do ano as forrageiras apresentam em sua maior parte NDT na faixa de 45 a 50% e teores de PB entre 5-8%, assim, não podemos considerar que suplementando com forragens conservadas durante a seca tenhamos uma contribuição muito importante quanto à ingestão total de energia. Se considerarmos que silagens de boa qualidade apresentam NDT ao redor de 65% e fenos de espécies tropicais de boa qualidade 60%, e que podemos ter taxas de substituição entre 0,2 e 1,0 kg de MS do pasto/kg de forragem conservada, a melhoria na concentração de NDT da dieta total fica entre 7 e 12%. Portanto, teríamos dietas com teores médios de NDT de 55%, ao invés de 50%, o que permite produções variando de 8 a 10 kg de leite/vaca/dia, dependendo do estágio da lactação. Outro problema que se apresenta é que o teor de PB para este nível de produção deve ficar próximo a 12%, principalmente no início da lactação, o que não se pode alcançar utilizando silagem de milho, por exemplo. Assim, seria indispensável o uso de concentrados para produções mais elevadas.

Trabalhando em pasto de Coastcross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) adubado no verão e diferido antes da seca, Prohmann et al. (2004) verificaram nesta época, na lâmina foliar, mais de 14% de PB e 64,7% de NDT, e na bainha e colmo verde, 7,1% de PB e 55,8% de NDT. Este é apenas um exemplo, de que em áreas de melhor fertilidade e com adubação, se realizarmos um bom manejo, e tivermos uma oferta de folhas adequada, pode-se alcançar produções mais elevadas e obter não somente maior produção de matéria seca, mas também uma melhoria acentuada na qualidade da forragem, mesmo durante o inverno. Assim, a prática da suplementação pode contribuir significativamente para incremento da ingestão total de EL_1 , além de permitir maiores taxas de lotação.

2. SUPLEMENTAÇÃO COM FORRAGENS CONSERVADAS EM GADO DE CORTE

Em rebanhos de gado de corte torna-se mais difícil a prática da suplementação com forragens conservadas face ao tamanho das propriedades e rebanhos, normalmente muito maiores do que rebanhos leiteiros. A distribuição destes volumosos não obedecerá à mesma rotina e magnitude de propriedades produtoras de leite. Normalmente conta-se com um número reduzido de funcionários e infra-estrutura mais precária (equipamentos, instalações, etc). Assim, podemos destacar que a forma mais viável de fornecimento de forragens conservadas seria como feno. Mesmo porque, além das limitações citadas anteriormente, as exigências das diferentes categorias de bovinos de corte criados em pastagem são inferiores à de animais confinados e de vacas leiteiras. Estes fatos acabam por tornar a suplementação de bovinos de corte em pastagem, com suplementação volumosa uma prática que ainda tem baixa prioridade por parte dos pecuaristas e, e assim é pouco adotada nos diferentes sistemas de produção no Brasil.

Um dos primeiros passos no desenvolvimento de um programa de suplementação para gado de corte é estabelecer as exigências nutricionais dos animais a serem suplementados, e para isto deve-se considerar o tamanho corporal médio, a taxa de ganho desejada, a condição corporal, o estágio de produção e o nível de produção de leite.

Em nossa abordagem vamos dar prioridades às vacas, que constituem mais de 70 milhões de cabeças e são a base do sistema de produção. Na Figura 1 podemos observar as principais etapas do ciclo de produção em gado de corte. Quando concebe, a vaca sacrifica suas reservas corporais para o desenvolvimento do feto. Após a parição, a vaca sacrifica suas reservas corporais para produzir leite para sua cria se a dieta não fornece nutrientes para manutenção além da lactação. O conhecimento da condição corporal das vacas de diferentes grupos é uma prioridade para o estabelecimento de um programa de suplementação, pois só assim

será possível estabelecer a real necessidade. Em rebanhos onde se pretende adotar a suplementação, devemos separar as vacas em diferentes lotes de acordo com as condições de escore corporal. Esta prática aumenta a eficiência do sistema, pois com certeza vamos encontrar animais que atingiram um escore acima do necessário e que podem inclusive perder peso, e animais que deixam a desejar e necessitam de suplementação.

Quando consideramos as exigências para lactação nos deparamos com uma dificuldade a superar, pois temos no rebanho vacas em diferentes estágios de produção. Estações de monta planejadas e de curta duração facilitam o acompanhamento da condição corporal, a determinação mais precisa das exigências e um plano de suplementação mais eficiente e econômico.

Nos comentários que se seguem estaremos trabalhando com algumas situações comuns nos sistemas de produção de gado de corte, e para isto vamos usar dados de qualidade da pastagem que foram obtidos da literatura corrente e da prática. Consideramos apenas alguns trabalhos dos muitos que existem na literatura nacional e que abordam a qualidade de nossas pastagens ao longo do ano.

Em trabalho com 3 cultivares de *Panicum maximum* Jacq. (Tanzânia, Mombaça e Massai), Brâncio et al. (2003) avaliaram a composição da dieta consumida por bovinos nos meses de março, setembro e novembro. Os autores observaram - que a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) da forragem consumida foi sempre menor que 60%, sendo menor em março e maior em novembro. Quanto à proteína bruta (PB), os autores verificaram que os maiores valores foram obtidos em novembro. Canto et al. (2002) trabalharam com capim Tanzânia sob diferentes alturas de pastejo durante a seca e, observaram que os valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) variaram de 53 a 65%, com média de 58,5% e que o teor de PB variou de 4,7 a 7,8.

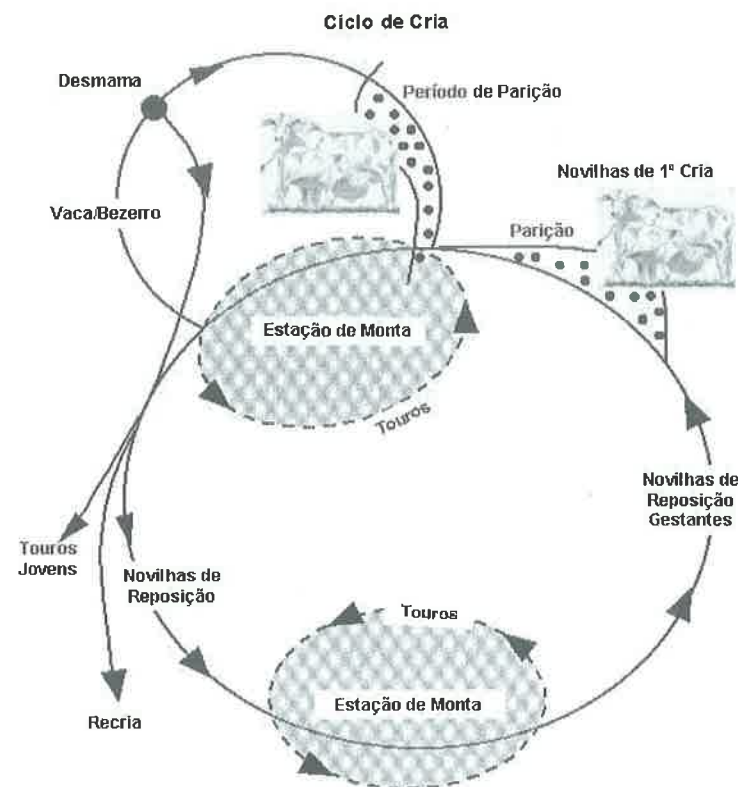


Figura 1 – Ciclo de Produção em Pecuária de Corte
(Adaptado de Hembry, F.G., 1991)

Manella et al. (2002) trabalhando com *Brachiaria brizantha* verificaram teores de 5,1% de PB e 45,2% para DIVMS na época da seca, e 7,1% de PB e 49,1% para DIVMS nas águas. Almeida et al. (2003) trabalharam com *Brachiaria brizantha* consorciada com *Stylosanthes guianensis* cv Mineirão e observaram valores médios de 8,1 e 8,4% de PB, na

seca e águas, respectivamente. Quanto aos valores de DIVMO, os autores encontraram valores médios de 47,7 e 48,2%, na seca e águas, respectivamente. El-Memari Neto (2003) trabalhou com *Brachiaria brizantha* sob pastejo e avaliou a composição da pastagem de julho a dezembro, encontrando valores de PB que variaram de 5,2 a 7% e de DIVMS que variaram de 48 a 55,3%.

Trabalhando com *Brachiaria decumbens*, com o objetivo de estudar diferentes métodos de estabelecimento da pastagem, Mesquita et al. (2002) verificaram valores médios de 54,8% e 54,5% para DIVMS em dois anos consecutivos. Ainda com *Brachiaria decumbens*, em consorciação com *Stylosanthes guianensis* cv Mineirão, Almeida et al. (2003) observaram valores médios de 9,7 e 11% de PB, na seca e águas, respectivamente. Quanto aos valores de DIVMO, os autores encontraram valores médios de 51,1 e 50,1%, na seca e águas, respectivamente.

Assim, para efeito das simulações apresentadas nas Figuras 2, 3, 4, 5, 6 e 7 construímos a Tabela 2 que abrange as situações mais prováveis de ocorrer em nossas pastagens. Estas informações serão utilizadas nas avaliações de três épocas de parição (agosto, dezembro e abril) e seus efeitos sobre o déficit de nutrientes no sistema. As exigências das vacas foram obtidas utilizando-se o NRC (2000) e o intervalo de partos foi considerado 12 meses.

Tabela 1 – Composição média de Pastagens para Gado de Corte

Qualidade do Pasto	%PB	%NDT
Alta	9	55
Média	7	50
Baixa	5	45

Nas Figuras 2 e 3 encontramos um contraste entre as exigências e o suprimento de EL_m e PB para vacas com parição em agosto. Este sistema apresenta um déficit anual de NDT da ordem de 405 kg/ano/vaca, o que falando em um feno de boa qualidade (60% de NDT) representa 675 kg/vaca/ano. Mesmo havendo um excedente de EL_m no período de novembro a maio, o mesmo não é suficiente para cobrir as exigências anuais. Com relação à PB observamos um comportamento semelhante. É importante destacar ainda, que o déficit ocorre em duas épocas críticas do ciclo produtivo da vaca, o pré e o pós-parto. Os teores de PB exigidos nestes períodos são os

mais altos do ciclo e dessa forma, se a forragem conservada não suprir nosso problema continua. Uma boa opção neste caso é a utilização de fenos tratados com amônia, pois teremos enriquecimento protéico e o manejo é facilitado. Outro detalhe a considerar é que nesta situação, a maior demanda de nutrientes ocorre na época de menor taxa de acúmulo de forragem e de mais baixa qualidade.

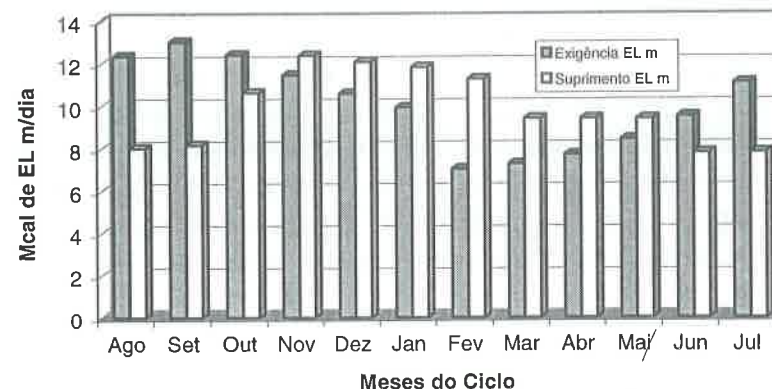


Figura 2 - Exigências x Suprimento de EL m para Vacas de Corte (Parição em Agosto)

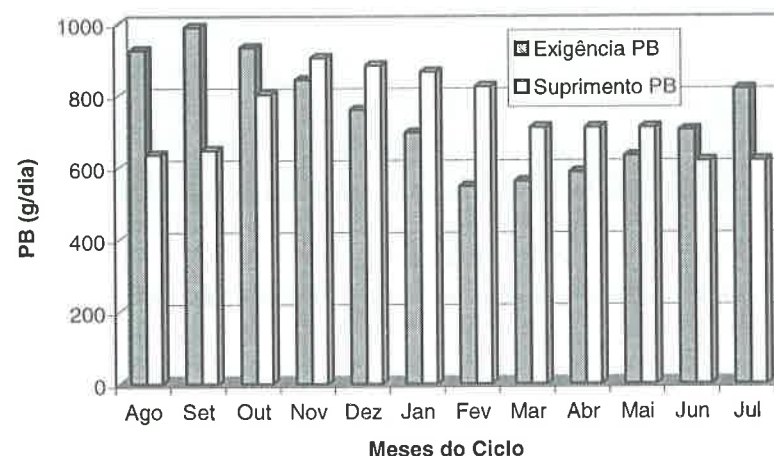


Figura 3 - Exigências x Suprimento de PB para Vacas de Corte (Parição em Agosto)

Nas Figuras 4 e 5 encontramos um contraste entre a demanda e o suprimento de EL_m e PB de vacas com parição em dezembro. Este sistema apresenta um déficit anual de NDT da ordem de 285 kg/vaca/ano, o que falando em um feno de boa qualidade (60% de NDT) representa 475 kg/vaca/ano. O pequeno déficit gerado ocorre logo após o parto e numa época de alta taxa de acúmulo de forragem. Assim, através de um manejo adequado da pastagem podemos trabalhar com ofertas de forragem que permitam a ingestão de material com teor de NDT acima de 55%, pois os animais selecionam material com qualidade superior ao observado na forragem coletada para análise. Obviamente que neste sistema teremos que dispensar uma preocupação maior com as crias, pois terão que enfrentar condições adversas em idade mais jovem e, logo após o desmame ainda não tem pasto de qualidade.

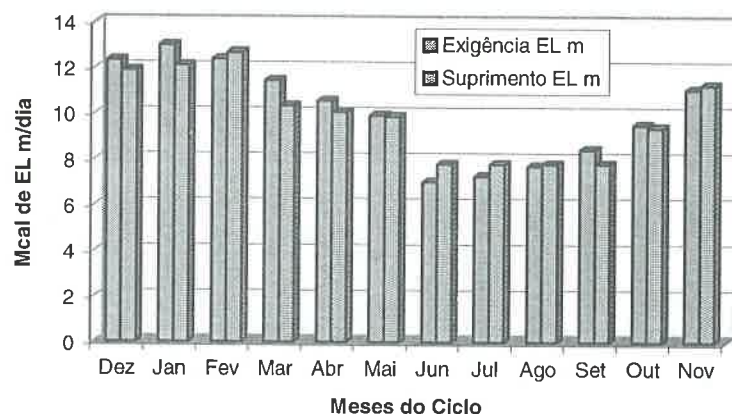


Figura 4 - Exigências x Suprimento de EL_m para Vacas de Corte (Parição em Dezembro)

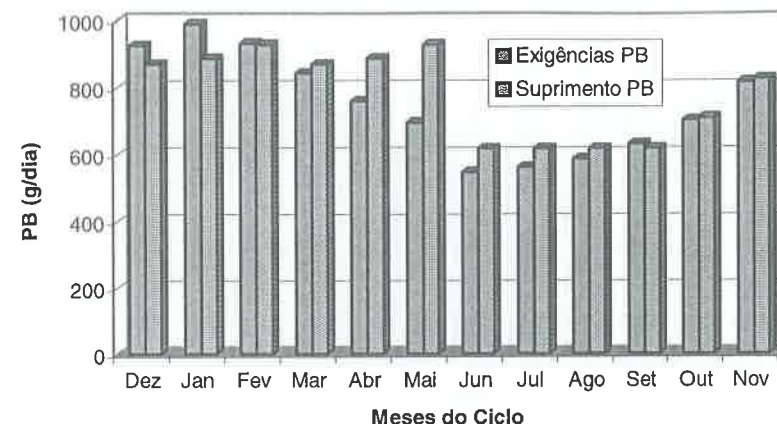


Figura 5 - Exigências x Suprimento de PB para Vacas de Corte (Parição em Dezembro)

Nas Figuras 6 e 7 encontramos um contraste entre a demanda e o suprimento de EL_m e PB de vacas com parição em abril. Este sistema apresenta o maior déficit anual de NDT que chega a 490 kg/vaca/ano, o que falando em um feno de boa qualidade (60% de NDT) representa 817 kg/vaca/ano. Além disso, todo o déficit ocorre num período crítico do ano o que trará dificuldades maiores não somente para as vacas, mas também para as crias, que normalmente apresentam os menores pesos. Assim, com certeza teremos que adequar um plano de suplementação mais oneroso que nos casos anteriores. Ao longo do ciclo teremos um balanço positivo tanto para EL_m como para proteína, no entanto, o mesmo ocorre no período de menor demanda de nutrientes pela vaca, e ainda assim, mesmo que tenhamos ganho de peso, não é suficiente para compensar a falta que ocorreu no período crítico. O confronto entre as entradas e saídas de nutrientes do sistema nos dá condições de traçar estratégias que permitem superar os gargalos. Precisamos utilizar os dados já gerados pela nossa pesquisa de forma mais efetiva e desenvolver modelos que permitam a simulação, independente das condições. Novos enfoques de pesquisa na área são fundamentais, pois a adoção da informática nas fazendas tem se intensificado nos últimos anos, e modelos são fundamentais como ferramentas diárias de trabalho.

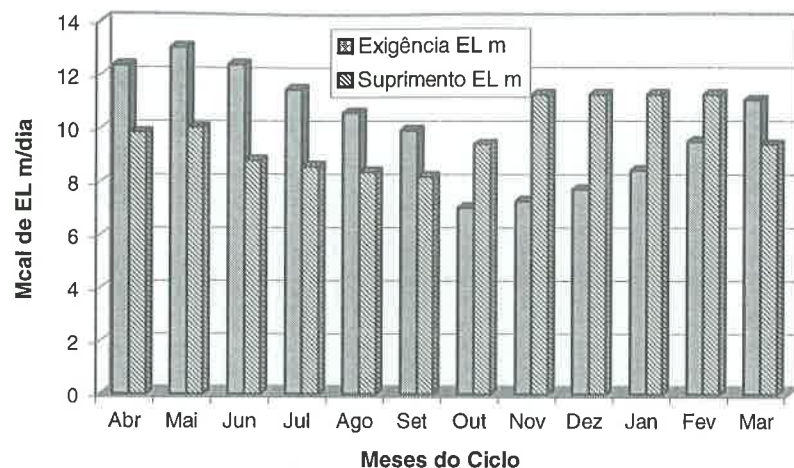


Figura 6 - Exigências x Suprimento de EL m para Vacas de Corte (Parição em Abril)

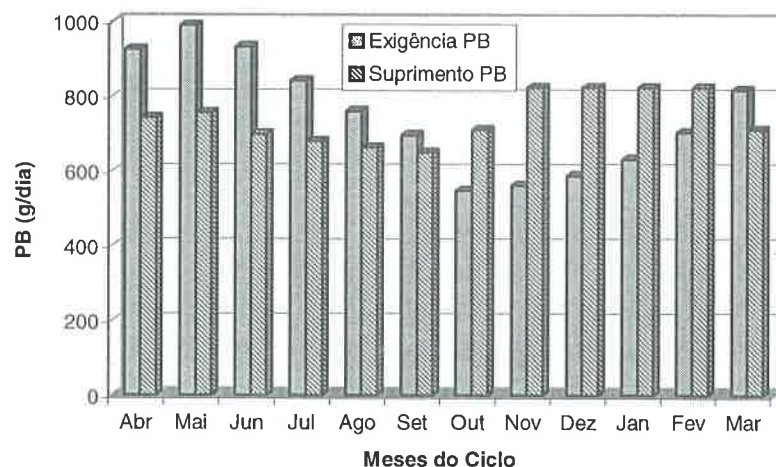


Figura 7 - Exigências x Suprimento de PB para Vacas de Corte (Parição em Abril)

Nas regiões de criação de gado de corte a pasto nos Estados Unidos, o feno de alfafa tem se apresentado como a alternativa mais importante. O feno de alfafa tem apresentado resultados muito positivos na suplementação de vacas de corte no estado de Nebraska, com

resultados semelhantes aos obtidos com farelo de soja (Clanton et al., 1980). Em trabalho semelhante realizado no estado de Montana, Cochran et al (1988) suplementaram vacas de corte (515 kg) consumindo pastagem composta por espécies nativas contendo em média 3,1% de PB e 53,7% de NDT, com 1,25 kg de feno de alfafa em cubos, com 16% de PB e 64% de NDT, com o objetivo de suprir 50% das exigências de proteína do grupo, e observaram ganhos mais elevados ($P < 0,025$) no grupo suplementado (24 contra -11 kg). Este fato gerou diferenças significativas ($P < 0,05$) na condição corporal das vacas que apresentaram escores de 4,6 e 5,4 para o grupo controle e o suplementado, respectivamente. Del Curto et al. (1990) também observaram que o feno de alfafa tem valor semelhante ao farelo de soja, quando usado como suplemento para suprir as mesmas quantidades de proteína na alimentação de vacas de corte consumindo pasto de baixa qualidade.

A suplementação de pastagem de baixa qualidade com feno de alfafa produziu um aumento linear ($P < 0,01$) no consumo total de MS, no consumo de proteína, e no consumo de energia metabolizável em novilhos, e uma taxa de substituição de 0,4 kg de pasto/kg de feno de alfafa (Vanzant e Cochran, 1994). Com vacas suplementadas nos últimos 90 dias de gestação, os autores verificaram uma taxa de concepção de 92% no grupo que recebeu 0,48% do PV (2,4 kg/dia) na forma de feno de alfafa (16,8% de PB), e destacam que não há necessidade de suplementação maior do que esta.

Horney et al (1996) suplementaram vacas (480 kg) consumindo pasto de baixa qualidade (4% de PB) com feno de festuca (0,61% do PV) e feno de alfafa (0,4% do PV), de forma a fornecer a mesma quantidade de proteína às vacas. Os autores não observaram diferenças entre as vacas suplementadas, as quais apresentaram melhor condição corporal que as não suplementadas ($P < 0,015$). Os dados sugerem que fenos de boa qualidade (12% de PB) são eficientes na suplementação de bovinos de corte em pastos de baixa qualidade. A suplementação pode aumentar a ingestão total de proteína e melhorar a digestibilidade da dieta, melhorando o ganho e a condição corporal.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, R.G., Euclides, V.P.B., Nascimento Júnior, D. et al. Consumo, composição botânica e valor nutritivo da dieta de bovinos em pastos tropicais consorciados sob três taxas de lotação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32(1): 29-35, 2003.
- Bargo, F., Muller, D.L., Delahoy, J.E. et al. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *Journal of Dairy Science*, 85: 1777-1792, 2002.
- Bargo, F., Muller, L.D., Kolver, E.S. et al. Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. *Journal of Dairy Science*, 86(1): 1-42, 2003.
- Brâncio, P.A., Nascimento Junior, D., Euclides, V.P.B. et al. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo: composição da dieta, consumo de matéria seca e ganho de peso animal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32(5): 1037-1044, 2003.
- Bryant, A.M., Cook, M.A.S., Response of cows in early lactation when offered maize silage to appetite and restricted areas of pasture. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 37: 39-45, 1977.
- Bryant, A.M., Donnelly, P.E. Yield and composition of milk from cows fed pasture herbage supplemented with maize and pasture silages. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 17: 299-304, 1974.
- Canto, M.W., Cecato, U., Almeida Júnior, J. et al. Produção animal no inverno em capim Tanzânia diferido no outono e manejado em diferentes alturas de pasto. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(4): 1624-1633, 2002.
- Clanton, D.C., England, M.E., Berger, L.L. Winter nutritional programs. *Nebraska Beef Cattle Report*, p. 9-11, 1980.
- Cochran, R.C., Adams, D.C., Currie, P.O. et al. Cubed alfalfa hay or cottonseed meal-barley as supplement for beef cows grazing fall-winter range. *Journal of Range Management*, 39(4): 361-364, 1986.
- Del Curto, T.R., Cochran, R.C., Nagaraja, T.G. et al. Comparison of soybean meal/sorghum grain, alfalfa hay and dehydrated alfalfa pellets as supplemental protein sources for beef cattle consuming dormant, tallgrass-prairie forage. *Journal of Animal Science*, 68:2901, 1990.
- Dixon, R.M., Stockdale, C.R. Associative effects between forages and grain: consequences for feed utilization. *Australian Journal of Agriculture Research*, 50: 757-773, 1999.
- El-Memari Neto, Zeoula, L.M., Cecato, U. et al. Suplementação de novilhos Nelore em pastejo de *Brachiaria brizantha* com diferentes níveis e fontes de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32(6): 1945-1955, 2003.
- Hembry, F.G. Management cycles in beef production. 40th Annual Florida Beef Short Course Proceedings, 1991.
- Hodgson, J., Brookes, I.M. Nutrition of grazing animals. Page 117 in *Pasture and Crop Science*. J. White, and J. Hodgson, eds. Oxford University Press, Auckland, N.Z. 1999.
- Horney, M.R., DelCurto, T., Stamm, M.M. et al. Early-vegetative tall fescue hay vs alfalfa hay as supplement for cattle consuming low-quality roughages. *Journal of Animal Science*, 74: 1959-1966, 1996.
- Kellaway, R., Porta, S. Feeding concentrates supplements for dairy cows. *Dairy Research and Development Corporation*, Melbourne, Australia. 1993.
- King, K.R., Stockdale, C.R. Hay supplements to overcome underfeeding of dairy cows. 2. Late lactation. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 21: 157-162, 1981.
- Kolver, E.S., Muller, L.D. Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *Journal of Dairy Science*, 81: 1403-1411, 1998.
- Leaver, J.D., Campling, R.C., Holmes, W. Use of supplementary feeds for grazing dairy cows. *Dairy Science Abstracts*, 30: 355-361, 1968.
- Manella, M.Q., Lourenço, A.J., Leme, P.R. Recria de bovinos Nelore em pastos de *Brachiaria brizantha* com suplementação protéica ou com acesso a banco de proteína de *Leucaena leucocephala*. *Desempenho animal. Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(6): 2274-2282, 2002.
- Mayne, C.S., Wright, I.A. Herbage intake and utilization by the grazing dairy cow. Page 280 in *Nutrition and Lactation in the Dairy Cow*. Garnsworthy, P.C., ed. Butterworths, London. 1988.
- McGilloway, D.A., Mayne, C.S. The importance of grass availability for the high genetic merit dairy cow. Page 135 in *Recent Advances in Animal Nutrition*. Garnsworthy, P.C., Wiseman, J., Haresign, W., eds. Nottingham University Press, UK. 1996.
- Mesquita, E.E., Fonseca, D.M., Nascimento Júnior, D. et al. Efeitos de métodos de estabelecimento de Braquiária e Estilosantes e de doses de calcário, fósforo e gesso sobre alguns componentes nutricionais da forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(6): 2186-2196, 2002.
- Milligan, K.E., Brookes, I.M., Thompson, K.F. *New Zealand Society of Animal Production*, 10: 75-88, 1987.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of beef cattle. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2000. 242p.
- Peyraud, J.L., Delaby, L. Ideal concentrate feeds for grazing dairy cows responses to supplementation in interaction with grazing management and grass quality. Page 203 in *Recent Advances in Animal Nutrition*. P.C. Garnsworthy and J. Wiseman, eds. Nottingham University Press, UK. 2001.
- Poppi, D.P., Hughes, T.P., L'Huillier, P.J. Intake of pasture by grazing ruminants. Page 55 in *Livestock Feeding on Pasture*. NZ Society Animal Production. Occ. Pub. No 10. Ruakura Agriculture Center, Hamilton, NZ. 1987.
- Prohmann, P.E., Branco, A. F., Cecato, U. et al. Suplementação de bovinos em pastagens de Coastcross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) no inverno. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33(4): 801-810, 2004.

- Rogers, G.L., Bryant, A.M., Jury, K.E. et al. Silage and dairy cow production. 2. Milk yield and composition of cows fed pasture silage supplemented with pasture, maize silage, and protein concentrates. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 22: 523-531, 1979.
- Stockdale, C.R. Differences in body condition and body size affect the responses of grazing dairy cows to high-energy supplements in early lactation. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 40: 903-911, 2000a.
- Stockdale, C.R. Effects of cereal grain, lupins-cereal grain or hay supplements on the intake and performance of grazing dairy cows. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 39: 811-817, 1999.
- Stockdale, C.R. Levels of pasture substitution when concentrates are fed to grazing dairy cows in northern Victoria. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 40: 913-921, 2000b.
- Stockdale, C.R., King, K.R., Patterson, I.F. et al. Hay supplements to overcome underfeeding of dairy cows. 1. Early lactation. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 21: 148-156, 1981.
- Vanzant, E.S., Cochran, R.C. Performance and forage utilization by beef cattle receiving increasing amounts of alfalfa hay as a supplement to low-quality, Tallgrass-Prairie forage. *Journal of Animal Science*, 72: 1059-1067, 1994.

SILAGEM DE GRÃOS ÚMIDOS DE CEREAIS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

Ciniro Costa¹, Paulo Roberto de Lima Meirelles², Wagner dos Reis²

¹Prof. do DMNA- UNESP-Botucatu (Ciniro@fca.unesp.br)

²Doutorando em Zootecnia da UNESP-Botucatu.

1. INTRODUÇÃO

A utilização de animais cada vez mais produtivos tem obrigado técnicos e produtores a buscar alternativas que permitam atender as exigências nutricionais sem comprometer a viabilidade econômica do sistema. Nesse contexto, a ensilagem de grãos úmidos de cereais vem se destacando pela maior eficiência na conservação de alimentos concentrados energéticos para a alimentação animal.

Os primeiros estudos relacionados à técnica da ensilagem de grãos de cereais, de acordo com revisão efetuada por COSTA et al. (2001) foram realizados nos Estados Unidos no final da década de 50 do século passado. Cerca de 20 anos após este procedimento era rotina em muitos confinamentos naquele país.

No Brasil, a silagem de grãos úmidos de cereais foi introduzida a partir de 1981 na região de Castro – PR, pelos criadores de suínos e, posteriormente empregadas na alimentação de bovinos de leite e de corte. A técnica permaneceu restrita a esta região até o início da década de 90, quando surgiram os primeiros estudos científicos.

Com as ações de extensão conduzidas por instituições de ensino e de pesquisa, especialmente do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP – Campus de Botucatu e do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – PR, a tecnologia foi disseminada no setor produtivo. O processo de confecção da silagem de grãos úmidos de cereais foi extensivamente descrito por COSTA et al. (1997 e 1999), JOBIM e REIS (2001) e JOBIM et al. (2001ab).

O propósito da presente revisão é abordar os resultados das pesquisas desenvolvidas principalmente no Brasil, relacionado ao desempenho de animais domésticos alimentados com silagem de grãos úmidos de cereais.

2. ALTERAÇÕES HISTOLÓGICAS DOS GRÂNULOS DE AMIDO

A produção animal depende do milho, do sorgo e da cevada como fontes principais de energia e proteína (ROONEY & PFUGFELDER, 1986), entretanto outros grãos como trigo (PETIT & SANTOS, 1996), milheto, triticale (HILL & HUTLEY, 1989), aveia e centeio são também, empregados na alimentação animal.

No Brasil, tradicionalmente o milho tem sido a fonte de energia padrão na alimentação humana e animal, como cultura de verão. Recentemente, o sorgo vem se destacando como alternativa na formulação de rações, tendo como principal vantagem o fato de ser alimento não competitivo com o homem. Como cultura de inverno nas regiões sul e sudeste, o triticale e a aveia têm sido opção de cereais para alimentação animal.

Os grãos de cereais normalmente utilizados na alimentação animal fornecem altos teores de amido, sendo que o milho e o sorgo possuem em média 72%, enquanto a cevada, a aveia e o trigo, respectivamente 57; 58 e 77% (HUNTINGTON, 1997).

Normalmente, o milho apresenta digestibilidade de matéria orgânica ligeiramente maior que o sorgo (STREETER et al., 1990), provavelmente devido às características do amido e a sua interação com a proteína.

O amido existe em grânulos altamente organizados nos quais moléculas de amilose e amilopectina são unidas por pontes de hidrogênio (ROONEY & PFLUGFELDER, 1986). A maioria dos amidos contém de 20 a 30% de amilose e o restante é amilopectina, em cadeias lineares de glicose com ligações α 1,4 e α 1,6 ramificadas (FRENCH, 1973; MANNERS, 1985).

De acordo com ROONEY & PFLUGFELDER (1986) cada espécie produz grânulos de vários tamanhos, com forma e propriedades características, insolúveis em água fria e que absorvem água até limites em que são reversíveis. Estes grânulos são pseudocristais com áreas organizadas (cristalinas) e relativamente não organizadas (amorfas). A área cristalina é composta principalmente de amilopectina (solúvel), sendo resistente à penetração da água e ao ataque de enzimas. A região amorfa, chamada de fase de gel, é rica em amilose, menos densa, com maior facilidade de entrada de água e é por onde se inicia o ataque enzimático.

Variedades de milho e de sorgo cerosos podem conter menos que 1% de amilose (MANNERS, 1985), desta maneira o estudo de sua estrutura e as relações com a disponibilidade do amido para os animais são importantes para garantir o desempenho animal.

STREETER et al. (1990) analisando a composição química de milho e de quarto híbridos de sorgo encontraram diferenças significativas entre milho e três híbridos de sorgo no teor de proteína e amido. Ao avaliar a distribuição do tamanho das partículas de sorgo moído, verificaram que esta indica maior conteúdo de endosperma, alto em amido e baixo em proteína e digestibilidade das frações diferentes nos diversos segmentos do trato digestivo.

Diversas pesquisas mostram que o sorgo deve ser processado mais intensamente que o milho devido à estrutura da matriz protéica, que apresenta endosperma periférico mais denso, duro resistente à absorção de água, com maior teor de proteína e também mais resistente à ação física e enzimática. Ocorrem também variações entre híbridos devido à presença de tanino (ROONEY & PFLUGFELDER, 1986).

Analisando dez híbridos de sorgo, BELLO et al. (1990) encontraram variações na textura do endosperma, quantidade de pericarpo e quantidade de sólidos, produzindo diferenças na textura e solubilidade dos grãos moídos ou triturados. Estas características podem auxiliar na predição da qualidade do sorgo, uma vez que o pericarpo pode competir com o amido na hidratação, diminuindo sua solubilização.

O amido é inicialmente cristalizado por modificações no estado físico das cadeias, sendo tão insolúvel em água que é impossível dissolvê-lo sem o uso de agentes químicos como o hidróxido de sódio. Dependendo do tamanho da cadeia (mais de 500 unidades de glicose), a amilose pode ser dissolvida somente em água quente (MANNERS, 1985).

Por meio da microscopia pode-se reconhecer a origem de um amido e distinguir se as áreas cristalinas são do padrão A (cereais), do padrão B (raízes e tubérculos), ou do tipo C (leguminosas) mesmo que ainda não seja possível determinar com exatidão as diferenças entre os grânulos de amido quanto aos tipos de cristalinidade. No entanto, sabe-se que quanto mais baixa a temperatura e a umidade, maior é a probabilidade de cristalização do tipo B (Hizukuri, citado por MANNERS, 1985).

Ao monitorar a temperatura em silos de grãos úmidos de milho, LOPEZ (2004), verificou que a temperatura em graus Celsius logo após o fechamento do silo foi de apenas 6 a 7 unidades acima da temperatura ambiente (25°C), com estabilização ao redor do 10°C. Tal fato reforça a afirmação Sullins et al. (1971); citados por DANLEY & VETTER (1974) de que a geleificação do amido não ocorre durante a ensilagem, independente do método e conteúdo de umidade antes do início do processo. Para esses autores ocorreria uma série de hidrólises da proteína dentro da matriz protéica que envolve o grânulo de amido.

Entretanto, modificações na estrutura física dos grânulos de amido também podem ocorrer a temperaturas em torno de 52 a 61°C, inferiores a de geleificação (62 a 72°C), o que tem sido definido como "annealing" ou tratamento calor-umidade (FRENCH, 1984 e HEILBRONN, 1992). Embora determinem efeitos semelhantes, o "annealing" ocorre quando produtos amiláceos altamente diluídos (50% de umidade) são submetidos ao calor, enquanto que em produtos amiláceos menos hidratados (20 a 35% de umidade), o processo é definido como tratamento calor-umidade (HEILBRONN, 1992). As alterações causadas por esses processos podem ser explicadas pela modificação das forças de ligação entre a região cristalina e a matriz amorfa do amido (HEILBRONN, 1992 e JACOBS et al., 1996).

No processo de ensilagem de grãos úmidos de cereais provavelmente as alterações nos grânulos de amido devem-se ao efeito calor-umidade uma vez que os grãos são ensilados com umidade ao redor de 28%, numa amplitude de 25 a 32%, LOPES et al. (2001a,b). trabalhando com microscopia de transmissão observaram que os grânulos de amido dos grãos secos de milho apresentaram-se com sua superfície externa delimitada (Figura 1), o que não ocorreu com os grãos úmidos de milho ensilados com cerca de 30% de umidade, onde os grânulos apresentaram sua superfície externa rompida (Figura 2).

Recentemente, LOPES (2004) estudando a estrutura do endosperma e dos grânulos de amido de milho e de sorgo ensilados com e sem propionato de cálcio, concluiu que a temperatura no interior do silo é insuficiente para que ocorra geleificação do amido e que o rompimento da matriz protéica tem início com a ação mecânica da moagem, enquanto que a ensilagem promove modificação na estrutura externa dos grânulos de amido sendo mais intenso nos grãos de milho do que de sorgo.

Em revisão sobre o assunto, BERTO et al. (2001) informaram que além desse efeito, os grânulos de amido apresentam na sua superfície poros que se aprofundam na forma de canais até se comunicarem com a cavidade central. Esses canais poderiam ser os locais de início das ações enzimáticas nos processos de germinação das sementes, facilitando também a ação dos microorganismos ruminais e das enzimas digestivas. Outra hipótese apresentada pelos autores, está relacionada a presença de ácidos orgânicos que determinariam o amolecimento dos grãos, rompimento da matriz protéica e liberação do amido.

Os grânulos de amido quando geleificados, formam complexo com lipídios, o que restringe sua utilização, assim como a presença de fatores antinutricionais como tanino, fitatos, lecitinas e outros inibidores de enzimas (Thorne et al., Dreher et al. e Hahn et al., citados por ROONEY & PFLUGFELDER, 1986).

3. FATORES ANTINUTRICIONAIS

O termo antinutricional está relacionado a substâncias com capacidade de alterar o aproveitamento dos nutrientes contidos nos alimentos. Os fatores antinutricionais tornam indisponíveis os nutrientes de um ingrediente ou parte deste, diminuem a sua digestibilidade ou o metabolismo e/ou reagem de forma antagonista afetando a eficiência nutricional dos alimentos que os contém.

O fatores antinutricionais classificam-se em endógenos ou exógenos. Os primeiros estão relacionados com substâncias de ocorrência natural nos ingredientes, enquanto os exógenos referem-se aos contaminantes químicos ou biológicos (toxinas, agrotóxicos, etc.).

Segundo LIENER (1980) e INPA (1996) os fatores antinutricionais endógenos são na sua grande maioria de origem vegetal. Dentre os mais frequentes destacam-se as proteínas (inibidores das proteases), os glicosídeos (goitrogênicos, cianogênicos, saponinas), os fenóis (gossipol e taninos) e, outros (antimineriais, antivitaminas, antienzimas, alergênicos, carcinógenos e alguns aminoácidos).

CHUBB (1982) com base nos nutrientes afetados, no tipo de ação e resposta produzida nos animais, classificou os fatores antinutricionais

endógenos em três grandes grupos: a) substâncias que prejudicam a digestibilidade ou a utilização metabólica das proteínas (inibidores de enzimas digestivas, lectinas e hemaglutininas, saponinas e compostos fenólicos); b) substâncias que reduzem a solubilidade ou interferem na utilização dos minerais (ácido fítico, ácido oxálico, glicosilolatos e gossipol) e; c) substâncias que inativam ou aumentam as necessidades de algumas vitaminas (antivitaminas A, D, E e K, tiamina, nicotinamida, piridoxina e cianocobalamina).

Uma das características da planta de sorgo é a presença de compostos fenólicos divididos em três grupos: ácidos fenólicos, flavonóides e taninos. Os taninos por sua vez, são classificados em dois grupos principais: condensados e hidrolisáveis, que são macromoléculas resultantes do metabolismo secundário dos vegetais (HASLAM, 1981; HAHN et al. 1984; NYACHOTI et al., 1997), com destaque para os taninos condensados, uma vez que os hidrolisáveis são pouco abundantes na natureza.

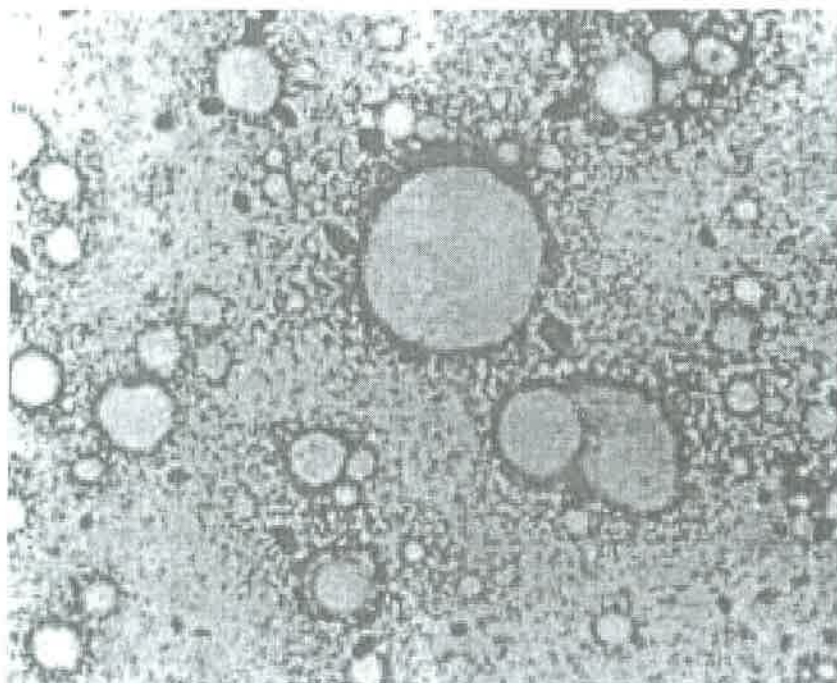


Figura 1. Grânulos de amido de grãos secos de milho (8000x).

De acordo com BULLARD et al. (1981) e JANSMAN et al. (1995), a função do tanino é proteger a planta de pássaros predadores, pois possui propriedade adstringente, precipitando-se com proteínas da saliva, reduzindo o consumo voluntário. Além disso, o tanino tem por função garantir a germinação da semente e preservar do ataque de fungos e bactérias.

A presença do tanino nos grãos de sorgo depende da constituição genética do material. BULLARD & YORK (1996), relataram que a presença de taninos está relacionada com a região da semente conhecida como pericarpo, podendo existir cultivares que não contêm pericarpo e consequentemente não apresentam tanino; cultivares que apresentam pericarpo e tanino, porém com baixas concentrações nos grãos maduros e cultivares que após o amadurecimento dos grãos apresentam altas concentrações de taninos.

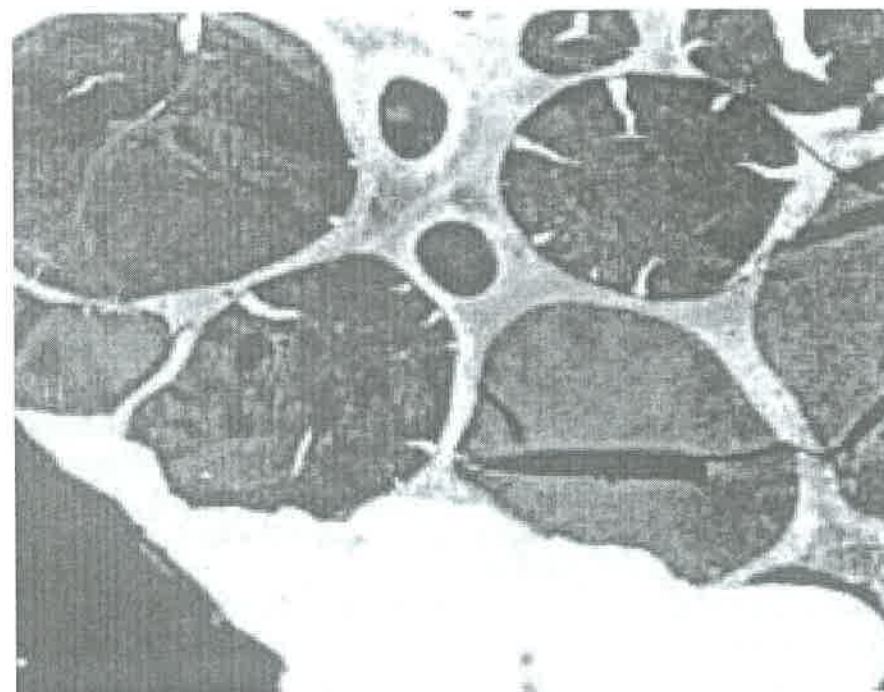


Figura 2. Grânulos de amido da silagem de grãos úmidos de milho (8000x).

Atualmente no Brasil, os híbridos de sorgo são classificados como: graníferos com alto ou com baixo tanino e forrageiros (CABRAL FILHO, 2004).

Os grãos de sorgo com alto tanino quando colhidos úmidos, possuem teores inferiores aos que são colhidos mais tarde como no caso dos grãos secos, bem como a conservação em ambiente anaeróbio beneficia a desativação do tanino (MYER et al. 1986). Entretanto, RODRIGUES (2003) estudando dois híbridos de sorgo, observou que o híbrido com alto tanino a partir da maturação fisiológica apresentou tendência a estabilização ou teve pequena redução, enquanto no híbrido com baixo tanino os teores de fenóis e tanino total aumentaram. Esse comportamento instável dos taninos em relação ao híbrido e a maturação dos grãos havia sido observado em revisão apresentada por Price et al. (1979), citados por RODRIGUES (2003). Esses autores informaram ainda, que variação nos teores de tanino pode estar relacionada à técnica de extração.

Os taninos vem sendo bastante estudados nos grãos de sorgo, considerando que teores maiores que 1% afetam negativamente a digestão protéica, especialmente da metionina em aves e suínos. Nos ruminantes, o efeito antinutricional é amenizado pela ação dos microorganismos do rúmen, com exceção dos bezerros, quando ainda não apresentam rúmen funcional (TEIXEIRA, 2001).

Níveis elevados de taninos, especialmente os taninos condensados podem apresentar efeitos tóxicos sobre os vermes que parasitam o sistema gastrointestinal dos herbívoros (COOP & KIRIAZAKIS, 2001). Esses autores informam que cordeiros infectados natural e artificialmente com nematódeos e que posteriormente pastejaram leguminosas de clima temperado contendo aproximadamente 10% de taninos condensados, apresentaram maior ganho de peso, redução na carga parasitária e menor presença de ovos nas fezes.

A conservação dos grãos úmidos de sorgo na forma de silagem beneficia a desativação do tanino (REICHERT et al., 1980), desde que o material ensilado apresente umidade ao redor de 30% (CRENSHAL et al., 1986), época em que os grãos encontram-se no estágio farináceo médio a duro (SEWELL, 1993).

Portanto, a conservação dos grãos úmidos de sorgo na forma de silagem, apresenta-se como a melhor alternativa, que além de reduzir os níveis de tanino, não utiliza produtos químicos, é de fácil manuseio e economicamente viável. LOPES (2004) constatou que os teores de taninos totais e condensados sofreram redução de até 90% devido ao processo de ensilagem de grãos úmidos de sorgo.

4. SILAGEM DE GRÃOS ÚMIDOS DE CEREAIS NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES

A maior parte dos estudos com ruminantes tem sido conduzida com grãos de milho e de sorgo, e o processamento parece melhorar a utilização desses dois grãos mais do que cevada ou trigo (HALE, 1973).

A espécie, o tipo de grão e o método de processamento afetam o local e a extensão da digestão do amido nos ruminantes, sendo que valores entre 18 a 42% do amido da dieta de grãos de sorgo e de milho passam para o intestino delgado e deste 47 a 88% podem ser digeridos. Outros fatores como o tempo e a superfície de exposição podem limitar esta digestão. Desta forma, processos que reduzem o tamanho da partícula ou alteram a matriz protéica que cimenta os grânulos de amido, aumentam a extensão da digestão no rúmen e no intestino delgado (OWENS et al., 1997).

A influência do processamento na digestibilidade do amido tem sido estudada por diversos autores (HERRERA-SALDAÑA et al., 1990), porém ainda não chegou-se a um consenso a respeito do ponto ótimo de processamento, o que se concluiu (NRC, 1996), é que ocorrem alterações na digestibilidade e na utilização de energia digestível influenciada pelo tipo de processamento, estágio de maturidade, tipos e variedade de grãos. Além disso, o processamento de grãos como o milho e o sorgo expõem os grânulos de amido à digestão (BEAUCHEMIN et al., 2001), facilitando através de fissuras o ataque das enzimas digestivas microbianas e do próprio animal (KOTARSKI et al., 1992), melhorando a utilização do amido (THEURER, 1986).

PASSINI et al. (2002a) estudando a digestibilidade in vivo de dietas contendo silagem de grãos úmidos de sorgo (SGUS) ou de milho

(SGUM) nas proporções (0:100; 50:50 e 100:0), e a degradabilidade ruminal de grãos de milho e de sorgo secos quebrados (5mm), finamente moídos (0,2mm) e úmidos ensilados, verificaram que a substituição da SGUM pela SGUS diminuiu linearmente a digestibilidade aparente do amido das dietas no trato digestivo total. A conservação dos grãos de milho na forma de silagem foi superior as formas de quebra e moagem, causando melhora na degradabilidade da matéria seca do alimento, porém a SGUS foi equivalente a quebra, sendo inferior a moagem fina, devido à menor degradação da matéria seca do alimento nesta forma de processamento. Essa informação é corroborada por SILVA et al. (1998) que recomendaram a moagem dos grãos de milho para garantir melhor eficiência do sistema de engorda de bovinos em confinamento.

Ao estudarem as alterações nos parâmetros de fermentação ruminal proporcionados pela substituição do SGUM pela SGUS (0; 50 e 100%), PASSINI et al. (2003) verificaram que as frações solúveis, parcialmente degradáveis e não degradáveis no rúmen não foram alteradas pelas associações entre SGUM e SGUS, independentemente das taxas de passagem utilizadas (2; 5 e 8%), concluindo que o uso associado de SGUM e de SGUS não prejudicou o ambiente ruminal.

RODRIGUES (2003) observou que a forma de processamento mais eficiente para a melhorar a degradabilidade da proteína e do amido dos grãos de milho foi a ensilagem, enquanto que para o sorgo com baixo tanino a ensilagem e a extrusão foram equivalentes. Os grãos de sorgo com baixo tanino ensilados, apresentaram valores de degradabilidade da proteína e do amido muito próximos aos grãos de milho, podendo substituí-lo nas rações sem prejudicar o aproveitamento pelos animais. A extrusão e ensilagem embora tenham melhorado os valores de degradabilidade da proteína e do amido do sorgo com alto tanino, foram inferiores aos valores de degradabilidade do milho.

A eficiência de aproveitamento energético do amido digerido no intestino delgado é melhor do que o digerido no rúmen, principalmente por não haver perdas de energia na produção de calor de fermentação (MELLO Jr., 1991). Segundo ORSKOV (1986) estas perdas, principalmente através de calor e gases, totalizam de 12 a 20% da energia ingerida.

OWENS *et al.* (1986) avaliando a eficiência de utilização do amido de milho e de sorgo digerido no rúmen ou no intestino delgado de novilhos de corte, por meio de simulações com equações de regressão elaboradas a partir de resultados de vários experimentos, concluíram que o amido digerido no intestino oferece 42% mais de energia que o digerido no rúmen.

Ainda que o intestino delgado seja o sítio ideal para digestão do amido, não é recomendável a utilização de processamento que priorize a digestão do amido no intestino delgado, pois segundo RUSSEL et al. (1981), OWENS et al. (1986) e NOCEK & TAMMINGA (1991) este órgão apresenta limitações para digerir elevadas quantidades de amido, pelas seguintes razões: pâncreas incapaz de secretar amilase, maltase ou isomaltase nas quantidades e no tempo requerido para eficiente digestão; pH subótimo dentro do intestino delgado para a máxima atividade da amilase, sendo ideal 6,9; fígado não capacitado para metabolizar a glucose digerida e absorvida no intestino delgado; tempo insuficiente para a completa hidrólise do amido; dificuldade de acesso das enzimas aos grânulos de amido devido à insolubilidade ou impermeabilidade destes e aumento na taxa de passagem da digesta, além da interação entre estes fatores.

Dados com bovinos de corte recebendo dietas com 85% de milho inteiro ou 80% de sorgo laminado a seco sugerem que até 2,5kg de milho podem ser digeridos no intestino delgado destes animais (THEURER, 1986). Com vacas de leite, MCCARTHY et al. (1989) constataram que 4,6kg de amido de milho foram digeridos no intestino dos animais recebendo 10,6kg de amido/dia. Apesar desta grande capacidade, a eficiência de digestão intestinal do amido decresce à medida que aumenta a quantidade de amido que chega ao intestino delgado. Calcula-se que a eficiência neste sítio diminua a partir da digestão de quantidades superiores a 1,5 kg de amido/dia em gado de corte e 3,0 kg de amido/dia para vacas de leite (OWENS et al., 1997).

Outro aspecto a ser considerado sobre a digestão do amido no intestino delgado é o real aproveitamento da energia, tendo em vista que Rust (1983); citado por OWENS et al. (1986) ao fornecer para ovinos 180 gramas de glicose como alimento na forma de ácidos graxos voláteis ou em infusão diretamente no abomaso, verificou que a

retenção de energia no rúmen foi de apenas 52% da digerida no intestino delgado, entretanto 87% da energia retida proveniente da infusão abomasal foi na forma de lipídios, principalmente ao redor do intestino e omento.

4.1. Desempenho animal e características da carcaça

Em nosso país, os estudos envolvendo o desempenho e características de carcaças de ruminantes consumindo dietas com silagem de grão úmidos de cereais são recentes.

Ao avaliarem o desempenho de ovinos mestiços Bergamácia x Corriedale confinados recebendo rações contendo grãos de milho conservados secos (GMS) e, na forma de silagem de grãos hidratados (SGMH) e SGUM em diferentes proporções, REIS et al. (2001a), observaram que as dietas possuindo SGMH, SGUM, e 50% SGMH x SGUM foram superiores em ganho de peso aos 56 e 73 dias, independentemente do sexo.

COSTA et al. (2002), estudando o valor nutritivo de GMS e SGUM e de dois volumosos (silagem de milho e feno de aveia preta) com bovinos mestiços Simental x Nelore em confinamento recebendo rações à vontade em duas refeições, observaram que independentemente do volumoso a SGUM proporcionou maior ganho de peso vivo diário e melhor conversão alimentar. Em relação ao peso final e rendimento de carcaça, não foi observado diferença significativa entre os tratamentos. Por outro lado, a deposição de gordura foi maior nos animais que receberam como volumoso a silagem de milho. Os autores concluíram que independentemente do volumoso (silagem de milho ou feno de aveia preta), a silagem é a forma mais eficiente de conservação de grãos de milho para a alimentação de bovinos em confinamento.

Trabalhando com bezerras de dois grupos genéticos em confinamento consumindo grãos secos de sorgo moídos (GSS) e SGUS, tendo como único volumoso a silagem de milho, PEIXOTO et al. (2003) constataram que a SGUS pode substituir o GSS sem alterar o ganho de peso médio diário e a conversão alimentar das bezerras.

ÍTAVO (2004) avaliando os efeitos de GSM, GSS, SGUM e SGUS como componentes do concentrado energético para cordeiros em

confinamento, utilizando capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) ou feno de braquiária (*Brachiaria brizantha*) como fontes de volumoso, verificou que em dietas onde a proporção volumoso concentrado foi de 50:50 as SGUM e SGUS proporcionaram melhores ganhos de peso, melhor conversão e eficiência alimentar em relação aos grãos secos.

Para tourinhos em confinamento, independentemente do volumoso utilizado, silagem de milho ou bagaço de cana, em dietas com alto teor de concentrado (20:80 ou 12:88), o uso da SGUM melhorou a eficiência alimentar em aproximadamente 9% (HENRIQUE et al., 1999), além de aumentar o teor de gordura, a taxa de deposição de lipídios e o teor de energia no ganho de peso (BERNDT et al., 2002).

Estudando o efeito de grãos úmidos de milho e de sorgo ensilados, utilizados em dietas com dois níveis protéicos (14 e 17%) sobre o desempenho, características da carcaça e qualidade da carne de novilhos superprecoces durante 162 dias, PASSINI et al. (2002b) e PASSINI et al. (2003) observaram que houve maior rendimento de carcaça para os animais terminados com SGUS. Os animais que consumiram dietas com 17% de proteína e SGUS apresentaram maior teor de extrato etéreo na carne. Os autores concluíram que a SGUS pode ser adicionada nas dietas de terminação para bovinos jovens confinados sem prejudicar o desempenho animal, melhorando as características da carcaça e a qualidade da carne.

No caso de cordeiros mestiços Bergamácia x Corriedale em confinamento alimentados com dietas utilizando GMS, SGMH e SGUM, REIS et al. (2001b) não observaram diferença no rendimento médio de carcaça (51,5%), bem como nas características qualitativas (cobertura, cor e espessura de gordura)

ALMEIDA JÚNIOR et al. (2004a), avaliando o efeito de três níveis de substituição (0; 50 e 100%) de GMS por SGUM na ração de cordeiros Suffolk alimentados em *creep feeding*, constataram que a força de cisalhamento e as medidas tomadas na área do músculo *longissimus dorsi* não foram afetadas significativamente pelo aumento na porcentagem de SGUM na ração, exceto para a área de olho de lombo, que apresentou aumento de acordo com a inclusão de SGUM na ração. Com relação ao desempenho e características de carcaça, não houve efeito da substituição do GMS pela SGUM sobre o ganho médio

diário de peso, idade ao bate, pesos e rendimentos das carcaças quentes e frias (ALMEIDA JÚNIOR et al., 2004b). Os autores realizando também, análise econômica dos tratamentos, concluíram que a utilização de 50% de SGUM apresentou os melhores resultados econômicos enquanto a menor rentabilidade foi encontrada no tratamento que não utilizou SGUM.

A silagem de grãos úmidos por ser digerida em sua maior parte e mais rapidamente no rúmen (GALYEAN et al., 1996), pode proporcionar maior incidência de acidose, que mesmo na fase subaguda é responsável pela diminuição no consumo alimentar, com conseqüente redução no desempenho dos animais (FULTON et al., 1979). Assim, a mistura de um ou mais tipos de grãos de cereais, ou a forma de processamento dos grãos podem aumentar ou diminuir a extensão e o local de digestão do amido, levando a maior eficiência alimentar dos animais. Entretanto, VAMPRE (2000) não constatou diferença significativa no desempenho, característica da carcaça e qualidade da carne de bovinos no sistema superprecoce recebendo como concentrado energético grãos de milho na proporção 25:75% e 75:25% de SGUM e GMS, respectivamente.

Por outro lado, a maioria do amido é rapidamente fermentado no rúmen pelos microorganismos produzindo ácidos graxos voláteis e proteína microbiana (THEURER, 1986), sendo que essa proteína poderá atender até 70% das exigências protéicas diárias dos ruminantes (NRC, 1996) e supre 50 a 90% dos aminoácidos que passam para o duodeno (HUBER et al., 1992).

SANTOS et al. (1997) determinaram que o aumento na síntese de proteína microbiana pode melhorar a quantidade e o perfil de aminoácidos essenciais que chegam ao duodeno para serem absorvidos, o que para vacas em lactação significa mais lisina e metionina para a síntese de leite e nos bovinos de corte maior aporte de aminoácidos para a síntese protéica. A proteína microbiana tem qualidade equivalente à do leite (Tabela 1), em termos de aminoácidos essenciais e, portanto, superior a todas as outras fontes protéicas comumente encontradas no mercado (Schwab, 1994; citado por SANTOS, 1997), o que segundo SILVEIRA et al. (1999) talvez seja a explicação para o crescimento

muscular mais acelerado nos animais em sistema superprecoce, quando são utilizados grãos de cereais ensilados.

Não foram encontrados na literatura técnico-científica nacional consultada, trabalhos relacionados ao desempenho de bovinos de leite consumindo dietas com silagem de grãos úmidos de cereais.

5. SILAGEM DE GRÃOS ÚMIDOS DE CEREAIS NA ALIMENTAÇÃO DE MONOGÁSTRICOS

5.1. Suínos

Ao realizar extensa revisão sobre a utilização de silagem de grãos úmidos para suínos de várias categorias, BERTO et al. (2001) informaram que embora em alguns trabalhos os animais tenham apresentado redução na ingestão de ração, verificou-se melhora na conversão alimentar, sem prejuízo no ganho de peso ou parâmetros reprodutivos, evidenciando que a ensilagem melhora o valor nutricional dos grãos de cereais.

Tabela 1. Teor de proteína (PB), proporção (%) e relação de lisina e metionina das principais fontes protéicas.

Fonte Protéica	PB	Proporção (% do total de aminoácidos essenciais)		Relação Lisina:Metionina
		Lisina	Metionina	
IDEAL	--	15,0	5,0	3,0 : 1
Proteína do leite	38,4	16,4	5,1	3,2 : 1
Proteína microbiana	33,1	15,9	5,2	3,1 : 1
SUPLEMENTOS PROTÉICOS				
Farinha de peixe	44,8	16,9	6,5	2,6 : 1
Farelo de soja	47,8	13,8	3,1	4,5 : 1
Farelo de glúten de milho	44,2	3,8	7,2	0,5 : 1
Resíduo de cervejaria	46,3	6,7	4,5	1,5 : 1

Adaptado de SANTOS (1997)

Os primeiros trabalhos técnico-científicos no Brasil, envolvendo a utilização de SGUM para suínos na fase dos 8 aos 30 kg (LOPES et al., 2001a) e de crescimento e terminação (LOPES et al., 2001b) demonstraram que é possível substituir integralmente os GMS pela SGUM, melhorando o desempenho e diminuindo a ocorrência de diarreias.

Trabalhando com suínos em fase de creche, OLIVEIRA et al., (2004) observaram também, a viabilidade produtiva e econômica da substituição total dos GMS pela SGUM, sendo que o uso de propionato de cálcio (2,4%) como aditivo acidificante no processo de ensilagem de grãos úmidos de milho prejudicou o ganho de peso e a conversão alimentar dos animais (LOPES, 2004).

Procurando avaliar os grãos de sorgo com baixo e alto tanino como substituto do milho em rações para suínos na fase de creche, LOPES (2004) verificou melhor desempenho para os animais que receberam a SGUS com baixo tanino, podendo substituir os GMS e de sorgo com baixo tanino. Foi observado também, que a SGUS com alto tanino apresentou valor nutricional semelhante aos GMS.

Na formulação de rações para leitões, deve-se considerar o diferencial energético da silagem em relação aos GMS que, dependendo do híbrido estudado, poderá ser de 370 e 320 kcal/kg de MS, para energia digestível e metabolizável, respectivamente (TOFOLI, 2004). A autora informa ainda, que os híbridos de milho com maior teor de óleo podem ser uma alternativa de substituição do milho comum nas rações. Entretanto, a proximidade dos teores de óleo dos híbridos restringe a amplitude de diferenças no valor nutricional para leitões.

SILVA et al. (2003) ao estudarem SGUM com médio teor de óleo observaram aumento no consumo de ração e ganho diário de peso de suínos em terminação, sem no entanto observarem efeitos durante a fase de crescimento. Entretanto, TOFOLI (2004) ao estudar o efeito da interação do método de processamento x teor de óleo em rações para suínos na fase de creche, verificou que não houve influência sobre o consumo de ração e ganho diário de peso.

OLIVEIRA et al. (2004) informam que o teor de energia digestível da SGUM é superior ao citado pela EMBRAPA (1991) para GMS (na base da matéria seca), refletindo em melhor desempenho e

conversão alimentar dos animais na fase de creche, que receberam rações onde os grãos secos foram gradualmente substituídos pela silagem (0; 33; 66; 100%). THOMAZ et al., (2002) também, havia verificado melhores coeficientes de digestibilidade da energia metabolizável e da proteína bruta da SGUM.

As diferenças nos resultados dos ensaios de digestibilidade e desempenho comparando SGUM com GMS para suínos, são devidos ao tipo de híbrido (TOFOLI, 2004), as variações na idade e peso dos animais e, na granulometria das partículas (BERTO et al., 2001). Nesse sentido, TSE (2004) estudando o efeito de três graus de moagem (979; 1169 e 2186µm) sobre o valor nutricional da SGUM e de GMS (594 µm), concluiu que para leitões os melhores resultados de desempenho e digestibilidade foram alcançados quando o diâmetro geométrico médio das partículas foi de 979 e 1168µm. Esses resultados evidenciam a economia de energia no processo de ensilagem de grãos de cereais e consequentemente, no sistema de produção animal.

5.2. Equinos

Embora o Brasil possua o terceiro maior rebanho de cavalos do mundo, com cerca de 6.0000.000 cabeças (FAO, 2004), os avanços relacionados ao melhoramento genético da espécie (VILLELA, 2000), bem como aos estudos de alimentos alternativos para compor as rações, especialmente com silagem de grãos úmidos de cereais são modestos.

Ao determinar o valor nutricional e desempenho de equinos recebendo ração contendo SGUM, SANTOS et al. (2002) registraram valores para matéria seca digestível, proteína digestível, fibra digestível, fibra em detergente neutro digestível, fibra em detergente ácido digestível, amido digestível e energia digestível com base na matéria seca da SGUM, respectivamente: 86,66%; 4,94%; 0,83%; 3,56%; 1,28%; 70,63% e 3.667 kcal/kg. Os autores concluíram que os concentrados para potros em crescimento, mantidos em pastagens de capim-Tifton 85 (*Cynodon* spp. L.), podem ser formulados com SGUM, sem prejuízo sobre o desempenho dos animais, tornando-se, assim, alternativa para a alimentação dos equinos.

Da mesma forma, OLIVEIRA (2004) ao estudar o valor nutritivo de dietas contendo grãos de tritcale e de sorgo ensilados e secos na alimentação de equinos concluiu que os concentrados podem ser formulados com grãos de tritcale secos ou úmidos ensilados em substituição total ou parcial ao milho, sem afetar adversamente a absorção dos nutrientes, bem como por promover trânsito lento da fase sólida da digesta pelo estômago e intestino delgado, mantendo o trato digestivo em atividade nos intervalos das refeições, auxiliando no controle de distúrbios digestivos, tornando-se alimento energético alternativo para esta espécie animal. A autora destaca ainda, que apesar da forma de conservação dos grãos de sorgo não interferir na aceitabilidade e consumo das rações para equinos, o híbrido com alto tanino deve ser ensilado para não afetar adversamente a digestibilidade da proteína e da fibra. Assim, os grãos de tritcale e de sorgo ensilados, tornam-se promissores como alimentos energéticos alternativos para equinos, por seus aspectos fisiológicos e nutricionais, contribuindo ainda, na redução dos custos de produção.

5.3. Aves

A indústria avícola pode lançar mão de alimentos energéticos com altos teores de umidade como alternativa para diminuir os custos de produção (Hunt et al., 1997; citados por CARRIJO et al. 2000). Neste sentido, estudos conduzidos em nosso país com frangos de corte em ciclo de criação de 42 dias, tem revelado que a SGUM pode ser utilizada substituindo o GMS em dietas até 21 dias de idade (SARTORI et al., 2002), ou na fase final por um período inferior a 14 dias (MARTINEZ et al., 2001).

Trabalhando sem e com dois aditivos (promotor de crescimento e simbiótico) e dois níveis (0 e 50%) de substituição dos GMS pela SGUM com frangos de corte, ANDRADE et al. (2002) observaram que o uso da SGUM com promotor de crescimento, em ciclo de 42 dias, proporcionou maior ganho de peso diário (59g/dia), em relação ao uso de simbiótico (57g/dia) e sem aditivos (56g/dia). Em ciclo de 49 dias, a inclusão de 50% de SGUM na ração, não interferiu no ganho de peso diário das aves, independente do uso de aditivos.

Em sistema alternativo, GONÇALVES et al. (2002) constataram que a SGUM pode substituir 50% do GMS sem comprometer o rendimento de carcaça e partes, apesar do aumento na deposição de gordura na carcaça. Entretanto, em sistema convencional, GONÇALVES (2003) observou que a SGUM pode substituir até 60% do GMS sem alterar o desempenho, rendimento de carcaça e partes, peso de órgãos e características morfológicas, diminuindo o custo de produção e melhorando o retorno econômico por ave.

Com relação ao uso do sorgo na alimentação de aves em sistema alternativo, PELÍCIA et al. (2004) verificaram que a SGUS com baixo tanino pode substituir até 30% do GMS, com melhora na conversão alimentar. Em sistema convencional (40dias), BARCELLOS et al. (2004) constataram que a SGUS com baixo e alto tanino pode substituir em até 100 e 33% respectivamente, o GMS sem prejudicar o rendimento, porém com diminuição na coloração da canela das aves, característica que interfere negativamente na comercialização. Tal fato, reforça a afirmação de GIROTTO (2004) de que o sorgo apresenta excelentes possibilidades de uso em rações para aves, desde que sejam incluídos ingredientes com pigmentos carotenóides ou xantofílicos, devido a baixa concentração desses pigmentos.

O maior desempenho das aves recebendo SGUS com baixo tanino, provavelmente se deve aos melhores coeficientes de metabolização em relação à SGUS com alto tanino, respectivamente, para matéria seca, proteína bruta, matéria orgânica e energia bruta: 91,22 e 84,15; 80,25 e 75,05%; 93,24 e 87,48%; 89,29 e 89,29%. Os valores de energia metabolizável foram: 3.952 e 3.645 kcal/kg de matéria seca (GRIGOLETTO et al., 2003).

É importante destacar que o uso da silagem de grãos úmidos de cereais na alimentação de aves apresenta limitações por tratar-se de um produto fermentado em meio anaeróbico, que em contato com o oxigênio dá início ao processo de deterioração. Desta forma a silagem deverá ser misturada à ração e fornecida as aves diariamente, o que implica em maiores custos com mão-de-obra, principalmente no caso da avicultura industrial, em que o alimento poderá ficar armazenado por mais de uma semana. Nesse sentido, a utilização de silagem de grãos úmidos de cereais em rações para frangos de corte poderá ser boa opção para os

produtores de frangos alternativos, caipira e orgânico, pois além de diminuir os custos das rações proporcionam índices zootécnicos satisfatórios (GONÇALVES, 2003).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Brasil, a silagem de grãos úmidos de cereais tem sido pesquisada como componente energético da dieta para a maioria das espécies de interesse zootécnico, apresentando limitações apenas para os animais que consomem preferencialmente, rações peletizadas, como os coelhos e os peixes.

A tecnologia da ensilagem de grãos úmidos se encontra consolidada e vem ganhando cada vez mais espaço no setor produtivo, tanto para os animais ruminantes como para monogástricos, principalmente suínos, devido as vantagens agrônômicas e zootécnicas.

Em sistemas comerciais de criação de frangos de corte entretanto, a necessidade de confeccionar diariamente a ração que contém silagem de grãos úmidos de cereais, praticamente inviabiliza seu emprego, especialmente nos sistemas de integração, onde as rações normalmente são preparadas de acordo com as diferentes fases de crescimento, ficando então, armazenadas por alguns dias.

Na bovinocultura leiteira, embora não tenham sido encontrados trabalhos científicos na literatura nacional consultada, artigos de divulgação apontam que apesar dessa lacuna, a silagem de grãos úmidos de cereais, especialmente do milho e do sorgo são utilizadas com sucesso em rebanhos especializados.

Em relação a bovinocultura de corte, ovinocultura e suinocultura, nos sistemas intensivos de criação utilizando animais altamente especializados, onde se procura obter ganhos expressivos em curtos intervalos de tempo e os animais consomem grandes proporções de concentrado na dieta, a silagem de grãos úmidos de cereais se ajusta adequadamente, por se tratar de concentrado energético de excelente qualidade.

Os estudos envolvendo a ensilagem de diferentes tipos de grãos e formas de processamento necessitam ser incrementados, ampliando as informações sobre a tecnologia para as condições tropicais.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA JÚNIOR, G.A.; COSTA, C.; MONTEIRO, A.L.G.; GARCIA, C.A.; MUNARI, D.P. Qualidade da carne de cordeiros criados em creep feeding com silagem de grãos úmidos de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa – MG, v.33, n.4, p.1039 -1047, 2004a.
- ALMEIDA JÚNIOR, G.A.; COSTA, C.; MONTEIRO, A.L.G.; GARCIA, C.A.; MUNARI, D.P. Desempenho, características de carcaça e resultado econômico de cordeiros criados em creep feeding com silagem de grãos úmidos de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa – MG, v.33, n.4, p.1048 -1059, 2004b.
- ANDRADE, R.C.; SARTORI, J.R.; GONÇALVES, J.C; MARTINEZ, K.L.A.; COSTA, C.; PEZZATO, A.C.; Oliveira, H.N. Silagem de grãos úmidos de milho e simbiótico na alimentação de frangos de corte nos sistemas convencional e alternativo. In: CONFERÊNCIA APINCO 2002 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. Campinas - SP. Revista Brasileira de Avícola, Sup. 4, p. 26, 2004.
- BARCELLOS, L.C.G.; FURLAN, A.C.; MURAKAMI, A.E.; SILVA, R.M.; TOLEDO, J.B. Desempenho de frangos de corte alimentados com rações contendo níveis crescentes de silagens de grãos úmidos de sorgo de alto ou de baixo conteúdo de tanino. In.: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECHNIA, 41, 2004. **Anais...** Campo Grande, MS, 2004.
- BEAUCHEMIN, K.A.; YANG, W.Z.; RODE, L.M. Effects of barley grain processing on the site and extent of digestion of beef feedlot finishing diets. **Journal of Animal Science**, v.79, p. 1925-1934, 2001.
- GIROTTI, A.F.; BELLAVAR, C.; PAIVA, D.P.; FIGUEIRADE, E.A.P.; JAENISCH, F.R.P.; PALHARES, J.C.P.; ABREU, P.G.; AVILA, V.S.; ABREU, V.M. Sistemas de produção frangos de corte. Disponível em <http://www.cnpsa.embrapa.br/SP/aves/index.html>. Acesso em 30 de setembro de 2004.
- BELLO, A.B.; HOONEY, L.W.; WANISKA, R.D. Factors affecting quality of sorghum to a thick porridge. **Cereal Chemistry**, v. 67, n. 1, p. 20 – 25, 1990.
- BERTO, D.A.; LOPES, A.B.R.C.; COSTA, C. Silagem de grãos úmidos para suínos. In.: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS E TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, 2001, Campinas - SP. **Anais...**Campinas: CBNA, 2001. p. 203-218.
- BERNDT, A.; HENRIQUE, W.; LANNA, D.P.D., LEME, P.R.; ALLEONI, G.F. Milho úmido, bagaço de cana e silagem de milho em dietas de alto teor de concentrado. Composição corporal e taxas de deposição dos tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa - MG, v.31, n.5, p. 2105 - 2112, 2002.
- BULLARD, R.W., YORK, J.O. Screening grain sorghum for bird tolerance and nutritional quality. **Crop Protection**, v. 15, p. 159 - 165, 1996.
- BULLARD, R.W., YORK, J.O.; KILBURN, S.R. Polyphenolic changes in ripening bird-resistant sorghums. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 29, p. 973 - 981, 1981.

- CABRAL FILHO, S.L. S. Efeito do teor de tanino do sorgo sobre a fermentação ruminal e parâmetros nutricionais de ovinos. Piracicaba, 2004. 77p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo.
- CARRIJO, A. S.; MELOTO, H. K.; AMARAL, A. N.; PEZZATO, A. C.; SARTORI, J. R.; MARTINS, C. L.; COSTA, C. Silagem de grãos úmidos de milho na alimentação de frangos de corte. Desempenho e Rendimento de carcaça. *Revista Brasileira de ciência Avícola*, Sup. 2, p.50, 2000.
- CHUBB, L. G. Anti-nutritive factors in animal feedstuffs. In: HARESTING, W. Studies in agricultural and food science butterworths. Recent advances in animal nutrition. p.21-37, 1982.
- COOP, R. L.; KYRIAZAKIS, I. Influence of host nutrition on the development and consequences of nematode parasitism in ruminants. *Trends in parasitology*, v.17, n.7, p.325-330, 2001.
- COSTA, C.; ARRIGONI, M.D.B.; SILVEIRA, A.C.; OLIVEIRA, H.N. Desempenho de bovinos superprecoce alimentados com silagem de milho ou feno de aveia e grãos de milho ensilados ou secos. *Acta Scientiarum*, Maringá - PR, v.24, n.4, p.1173-1181, 2002.
- COSTA, C.; ARRIGONI, M.D.B.; SILVEIRA, A.C. Silagem de grãos úmidos de milho. *Revista dos Criadores*, ano XVII, n.804, p.34-35, 1997.
- COSTA, C.; ARRIGONI, M.D.B.; SILVEIRA, A.C.; CHARDULO, L.A.L. Silagem de grãos úmidos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7. *Anais...* Piracicaba: FEALQ. 1999, p.69-88.
- COSTA, C.; MONTEIRO, A.L.G.; BERTO, D.A.; ALMEIDA JÚNIOR, G.A., LOPES, A.B.R.C. Impacto do uso de aditivos e/ou inoculantes comerciais na qualidade de conservação e no valor alimentício de silagens In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá. *Anais...* Maringá: UEM. 2001, p. 87-126.
- CRENSHAW, J.D. et al. The effects of sorbic acid in high moisture sorghum grain diets on performance of weanling swine. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.36, n.3, p.831-837, Apr., 1986
- DANLEY, M.M. & VETTER, R.L. Artificially altered corn grain harvested at three moisture levels. I. Dry matter and nitrogen losses and changes in the carbohydrates fractions. *Journal of Animal Science*, v.38, n.2, p.417-423, 1974.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de suínos e aves. Concórdia, SC. Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves. 3. ed. Concórdia, 1991. 97p (EMBRAPA-CNPASA. Documentos, 19).
- FAO. Faostat Agriculture Data. Disponível em www.fao.org/cgi-bin/nph-db.pl?subset=agriculture. Acesso em 26 de setembro de 2004.
- FRENCH, D. Chemical and physical properties of starch. *Journal of Animal Science*, v. 37, n. 4, p. 1048 - 1061, 1973.
- FRENCH, D. Organization of starch granules. *Starch Chemistry and Technology*, 2ed. New York and London, Academic Press, 1984. p.237-238.

- FULTON, W.R.; KLOFENSTEIN, T.J.; BRITTON, R.A. Adaptation to high concentrate diets by beef cattle. I. Adaptation to corn and wheat diets. *Journal of Animal Science*, v.49, n.3, p.775-784, 1979.
- GALYEAN, M.L. Protein levels in beef cattle finishing diets: industry application, university research, and systems results. *Journal of Animal Science*, v.74, n.3, p.2860-2870, 1996.
- GONÇALVES, J. C. Silagem de grãos úmidos de milho para frangos de corte nos sistemas convencional e alternativo, 2003. 45p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP, Câmpus de Botucatu, 2003.
- GONÇALVES, J.C.; ANDRADE, R.C.; SARTORI, J.R.; MARTINEZ, K.L.A.; PEZZATO, A.C.; COSTA, C. Rendimento de carcaça e partes de frangos de corte alimentados com silagem de grãos úmidos de milho e simbiótico. In: CONFERÊNCIA APINCO 2002 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. Santos – SP. Suplemento 6 Revista Brasileira de Avícola. p. 27. Campinas – SP. 2002.
- GRIGOLETTO, L.C.; FURLAN, A.C.; MURAKAMI, A.E.; SILVA, R.M.; FAQUINELLI, P.; SOUZA, D.N. Valor nutritivo da silagem de grãos úmidos de sorgo de alto ou de baixo conteúdo de taninos para frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003. *Anais...* Santa Maria, RS, 2003.
- HAHN, H.N.; HOONEY, L.W.; EARP, C.F. Tannins and phenols of sorghum. *Cereal Foods World*. v. 29, n.12, p. 776 - 779, 1984.
- HALE, W.H. Influence of processing on the utilization of grains (starch) by ruminants. *Journal of Animal Science*, v. 73, n.4, p. 1075-1083, 1973.
- HASLAM, E. Vegetable tannins. In: CONN, E.E. (Ed.) The biochemistry of plants. London: Academic Press, 1981. p.527-566.
- HEILBRONN, S.R. Hydrothermal modification of starches. The difference between annealing and heat/moisture-treatment. *Starch/Stärke*, n.6, p.205-214, 1992.
- HENRIQUE, W.; LEME, P. R.; LANNA, D.P.; ALLEONI, G.F.; COUTINHO FILHO, J.L.V.; BELTRAME FILHO, J.A.B. Avaliação do milho úmido com bagaço de cana ou silagem de milho na engorda de bovinos. 1. Desempenho animal e características da carcaça. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre - RS. *Anais...* Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia [1999] CD-ROM. Nutrição de ruminantes. NUR-155.
- HERRERA-SALDAÑA, R.; GOMES-ALARCON, R.; TORABI, M.; HUBER, J.T. Influence of synchronizing protein and starch degradation in the rumen on nutrient utilization and microbial protein synthesis. *Journal of Dairy Science*, v. 73, p. 142-151, 1990.
- HILL, G.M. & HUTLEY, P.P. Digestibility protein metabolism and ruminal degradation of beagle 82 triticale and kline barley fed in corn-based cattle diets. *Journal of Animal Science*, v.67, n.7, p.1793-1804, 1989.

- HUBER, T.J.; THEURER, C.B.; CHEN, K.H. Avanços na nutrição de vacas leiteiras de alta produção. In.: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM RUMINANTES. **Anais...** Lavras: SBZ-ESAL, 1992, p.275-298.
- HUNTINGTON, G.B. Starch utilization by ruminants form basics to the brink. **Journal of Animal Science**, v.75, n.3, p.852-867, 1997.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA - INPA. Fundamentos de nutrición y alimentación en acuicultura. Bogotá: INPA. 1996, 343p.
- ÍTAVO, C.C.B.F. Silagens de grãos úmidos de milho e de sorgo: Padrão de fermentação, composição química, valor nutricional e desempenho em ovinos, 2004. 23p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Mato grosso do Sul. Campo Grande, 2004.
- JANSMAN, A.J.M.; VERSTEGEN, M.W.A.; HUISMAN, J.; VAN DEN BERG, J.W.O. Effects of hulls of faba beans with a low or high content of condensed tannins on the apparent ileal and fecal digestibility of nutrients and excretion of endogenous protein in ileal digesta and feces of pigs. **Journal of Animal Science**, v.73, p.118-127, 1995.
- JACOBS, H.; EELINGER, R.C.; DELCOUR, J.A. Factors affecting the visco-amylograph and rapid visco-analyzer evaluation of the impact of annealing on starch pasting properties. **Starch/Stärke**, v.48, n.7, p.266-270, 1996.
- JOBIM, C.C & REIS, R.A. Produção e utilização de silagem de grãos úmidos de milho. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA: A produção animal na visão dos brasileiros. Ed. Wilsom R. Soares Mattos et al. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 912-927.
- JOBIM, C.C; FURTADO, C.E.; SCAPINELLO, C.; REIS, R.A. Produção e utilização de silagem de grãos de cereais. In: II SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: temas em evidência. **Anais...** Lavras : UFLA, 2001. 282p.
- JOBIM, C.C; CECATO, U.; CANTO, M.W. do. Utilização de silagem de grãos de cereais na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS. **Anais...** Maringá: UEM/CCA/DZO, 2001. 319p.
- KOTARSKI, K.K.; WANISHA, R.D.; THURN, K.K. Starch hydrolysis by the ruminal microflora. **Journal of nutrition**, v. 122, p. 178-190, 1992.
- LIENER, I.J. Toxic constituents of plants feedstuffs. N.Y. Academic Press, 1980. 502p.
- LOPES, A.B.R.C. Efeito dos métodos de preservação dos grãos de milho e de sorgo sobre a estrutura do endosperma, dos grânulos de amido e desempenho de leitões. Botucatu - SP, 2004. 87p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Campus de Botucatu. Universidade Estadual Paulista.
- LOPES, A.B.R.C.; BERTO, D.A.; COSTA, C.; MUNIZ, M.H.B. e Padovani, C.R. Silagem de grãos úmidos de milho para suínos na fase final dos 8 aos 30 kg. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa - SP, v. 58, n. 2, p. 181-190, 2001a.

- LOPES, A.B.R.C.; BERTO, D.A.; COSTA, C., MUNIZ, M.H.B. e Rosa, G.J.M. Silagem de grãos úmidos de milho para suínos nas fases de crescimento e terminação. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa - SP, v. 58, n. 2, p. 191-200, 2001b.
- MANNERS, D.J. Some aspects of the structure of starch. **Cereal Food World**, v. 30, n. 7, p. 461 - 467, 1985.
- MARTINEZ, K. L. A.; SARTORI, J. R.; COSTA, C.; PEZZARO, A. C.; CRUZ, V. C.; PINHEIRO, D. F. Silagem de grãos úmidos de milho (C-806) na alimentação de frangos de corte em diferentes fases de criação. In: ZOOTEC 2001 - CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 21 - CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 3. **Anais...** Goiânia - GO. 2001, p. 40.
- MCCARTHY, R.A.; KLUSMEYER, T.H.; VIVINI, J.L.; CLARK, J.H. Effects of source of protein and carbohydrate on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.72, n.7, p.2002-2016, 1989.
- MELLO Jr., C. do A. Processamento de grãos de milho e sorgo visando aumento do valor nutritivo. In.: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4, 1991, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1991. p.263-283. 1991.
- MYER, R.O.; GORBERT, D.W.; COMBS, G.E. Nutritive value of high and low-tanin grain sorghums harvested and stored in the high-moisture state for growing-finishing swine. **Journal of Animal Science**. Champaign, v.62, n.5, p.1290-1297, Jan., 1986.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (Washington, DC). Requirements domestic animals. In.: National Research Council (Washington, DC. **Nutrients Requirement of Beef Cattle**. 7. rev., ed. Washington, DC: National Academy Press, 1996. 240p.
- NOCEK, J.E. & TAMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.8, p.3598-3629, 1991.
- NYACHOTI, C.M.; ATKINSON, J.L.; LEESON, S. Sorghum tannins: a review. **World's Poultry Science Journal**, v. 53, p. 4-21, 1977.
- OLIVEIRA, K. Valor nutritivo de dietas contendo grãos de triticale e de sorgo ensilados e secos na alimentação de equinos. Botucatu - SP, 2004. 104p. Tese (Doutorado) — Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Campus de Botucatu. Universidade Estadual Paulista.
- OLIVEIRA, R. P.; FURLAN, A. C.; MOREIRA, I.; FRAGA, A. L.; BASTOS, A. O. Valor nutritivo e desempenho de leitões alimentados com rações contendo silagem de grãos úmidos de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa - MG, v.33, n.1, p.146 -156, 2004.
- ORSKOV, E.R.. Starch digestion and utilization in ruminants. **Journal Animal Science**, v.63, n.1, p.1624-1633, 1986.
- OWENS, N. F., SECRIST, D.S., HILL, W.H., GILL, D.R. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: a Review. **Journal of Animal Science**, v.75, n.1, p.868-879, 1997.

- OWENS, F. N.; ZINN, R.A.; KIM, Y.K. Limits starch digestion in the ruminant small intestine. **Journal of Animal Science**, v. 63, n.1, p.1634-1648, 1986.
- PASSINI, R.; SILVEIRA, A. C.; RODRIGUES, P. H. M.; CASTRO, A. L.; TITTO, E. A. L.; ARRIGONI, M. B.; COSTA, C. Digestibilidade de dietas a base de grão úmido de milho ou de sorgo ensilados. **Acta Scientiarum**, Maringá - PR, v.24, n.5, p. 1133 - 1140, 2002a.
- PASSINI, R., SILVEIRA, A.C., TITTO, E.A.L., RODRIGUES, P.H.M., ARRIGONI, M.D.B., COSTA, C., CHARDULO, L.A.L. Silagem de grãos úmidos de milho e de sorgo e níveis protéicos sobre desempenho e características da carcaça de novilhos superprecoces. **Acta Scientiarum**. Maringá - PR, v.24, n.4, p.1133 - 1140, 2002b.
- PASSINI, R., RODRIGUES, P.H.M, CASTRO, A.L., SILVEIRA, A.C. Parâmetros de fermentação ruminal em bovinos alimentados com grãos de milho ou sorgo de alta umidade ensilados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa - MG, v.32, n.5, p.1266 - 1274, 2003.
- PASSINI, R.; SILVEIRA, A.C.; TITTO, E.A.L.; RODRIGUES, P.H.M.; ARRIGONI, M.D.B.; COSTA, C.; CERVIERI, R. Silagem de grãos úmidos de milho e níveis protéicos na alimentação de novilhos superprecoces. II. Qualidade da carne. In.: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003. **Anais...** Santa Maria, RS, 2003.
- PEIXOTO, L.A.O.; ALVES FILHO, D.C.; RESTLE, J.; PASCOAL, L.L.; MENEZES, L.F.G.; SANTOS, A.P.; LEITE, D.T. Grãos seco ou silagem de grão úmidos de sorgo como fonte energética para bezerras. In.: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003. **Anais...** Santa Maria - RS, 2003.
- PELÍCIA, V.C.; GONÇALVES, J.C.; SARTORI, J.R.; CRUZ, V.C.; PINHEIRO, D.F.; COSTA, C. Silagem de grãos úmidos de sorgo sem tanino para frangos de corte criados no sistema alternativo. In: CONFERÊNCIA APINCO 2004 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. Santos - SP. **Revista Brasileira de Avícola Sup.** 6, p.96. Campinas - SP. 2004.
- PETIT, H.V. & SANTOS, G.T.D. Milk yield and composition of dairy cows fed concentrate based on high moisture wheat or high moisture corn. **Journal of Dairy Science**, v.29, n.12, p.2292-2296, 1996.
- REIS, W.; JOBIM, C.C.; MACEDO, F.A.M.; MARTINS, E.N.; CECATO, U.; SILVEIRA, A. Desempenho de cordeiros terminados em confinamento, consumindo silagens de milho de grãos com alta umidade ou grãos de milho hidratados com substituição aos grãos de milho seco da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa - MG, v.30, n.2, p.596-603, 2002a.
- REIS, W.; JOBIM, C.C.; MACEDO, F.A.M.; NUNES, E.; CECATO, U. Características da carcaça de cordeiros terminados alimentados contendo grãos de conservados em diferentes formas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa - MG, v.30, n.4, p.1308-1315, 2002b.

- REICHERT, R.D.; FLEMING, S.E.; SCHWAB, D.J. Tannin deactivation and nutritional improvement of sorghum by anaerobic storage of H₂O, HCl, or NaOH-treated grain. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.28, n.4, p. 824-829, 1980.
- RODRIGUES, M.M.F.C. Digestão ruminal da matéria seca, da proteína bruta e do amido de grãos de milho e de sorgo (com e sem tanino) submetidos a processamentos. Botucatu - SP, 2003. 61 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP - Campus de Botucatu.
- ROONEY, W.L., PFLUGFELDER, R.L. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. **Journal of Animal Science**, v.63, n.1, p.1607-1623, 1986.
- RUSSELL, W. R., LIN, J.C.M.; THOMAS, E.E.; MORA, E.C. Preservation of high-moisture milo with urea: grain properties and animal acceptability. **Journal of Animal Science**, v.66, n.1, p.2131-2139, 1988.
- RUSSEL, J.R.; YOUNG, A.W. e JORGENSEN, N.A. Effect of dietary corn starch intake on pancreatic amylase and intestinal maltase on pH in cattle. **Journal of Animal Science**, v.52, n.5, p.1177-1182, 1981.
- SANTOS, C. P.; FURTADO, C. E.; JOBIM, C.C.; FURLAN, A. C.; MUNDIM, C.A.; GRAÇA, E. P. Avaliação da silagem de grãos úmidos de milho na alimentação de quinos em crescimento: Valor nutricional e desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa - MG, v.31, n.3, p.1214 -1222, 2002.
- SANTOS, F.A.P.; HUBER J.T.; THEURER, C.B.; SWINGLE, Z.Wu.; SIMAS, J.M.; CHEN, K.H.; CHAN, S.C.; SANTOS, J. DePETERS, E.J. Response of lactating dairy cows to various densities of sorghum grain. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.12, p.2098-2103, 1997.
- SARTORI, J.R.; COSTA, C.; PEZZATO, L.E.; MARTINS, C.L.; CARRIJO, A.S.; CRUZ, V.C.; PINHEIRO, D.F. Silagem de grãos úmidos de milho na alimentação de frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília - DF, v.37, n.7, p.1009 - 1015, 2002.
- SEWELL, H.B. High moisture grain for beef cattle. **Net**, Rio de Janeiro, 1993. Disponível em: <http://mucxtensin.missouri.edu/xplor/agguides/ansci/g2056.htm>. Acesso em 21/10/2000.
- SILVA, J.M. DA; THIAGO, L.R.L.S.; FEIJÓ, G.L.D.; PORTO, J.C.A. e KICHEL, A.N. Efeito do processamento do grão de milho na engorda de bovinos confinados. In.: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998. **Anais...** Botucatu, SP, 1998.
- SILVA, M. A. A. et al. Desempenho de suínos em crescimento/terminação alimentados com milho de médio teor de óleo na forma de milho seco e silagens. In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 11., 2003. Goiânia - GO. **Anais...** Goiânia: ABRATES, 2003. p.337-338.
- SILVEIRA, A.C.; ARRIGONI, M.D.B., CHARDULO, L.A.L.; SILVEIRA, L.G.G.; COSTA, C. e OLIVEIRA, H.N. Sistema de produção de novilhos superprecoces.

- In.: SIMPOSIO GOIANO SOB PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 1999, Goiânia - GO. **Anais...** Goiânia: CBNA, 1999. p.105-122.
- STREETER, M. N.; WAGNER, D.G.; HIBBERD, C.A.; OWENS, F.N. Comparison of corn with four sorghum grain hybrids: site and extent of digestion in steers. **Journal of Animal Science**, v.68, n.1, p.3429-3440, 1990.
- TEIXEIRA, A.S. Alimentos e alimentação dos animais. 5.ed. Lavras: UFLA, FAEPE, 2001. 241p.
- THEURER, C.B.. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 63, n.1, p.1649-1662, 1986.
- THOMAZ, M. C. Digestibilidade da silagem de grãos úmidos de milho para suínos na fase de crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. CD-ROM.
- TOFOLI, C. A. Avaliação nutricional da silagem de grãos úmidos de milho com diferentes teores de óleo em leitões na fase de creche Botucatu, 2004. 52p. **Dissertação (Mestrado)** - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP, Campus de Botucatu, 2004.
- TSE, M. L. P. Valor nutricional da silagem de grãos úmidos de milho com diferentes graus de moagem para leitões na fase de creche. Botucatu, 2004. 45p. **Dissertação (Mestrado)** - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP, Campus de Botucatu, 2004.
- VAMPRE, M.P.C. Restrição alimentar e processamento de grãos de milho no desempenho, característica de carcaça e qualidade de carne de bovinos no sistema superprecoce. Botucatu, 2000. 46p. **Dissertação (Mestrado)** - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP, Campus de Botucatu, 2000.
- VILLELA, L.C.V. Parâmetros genéticos em características de desempenho em corridas de cavalos da raça quarto de milha. 2000. 24p. **Dissertação (Mestrado)** - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP, Campus de Botucatu, 2000.
- WALDO, D.R. Extent and partition of cereal starch digestion in ruminants. **Journal of Animal Science**, n.4, v.37, p.1062-1075, 1973.

SILAGEM DE SOJA: UMA OPÇÃO PARA SER USADA NA NUTRIÇÃO ANIMAL

Zoot. MSc. Luis A. S. Keplin (keplin@uol.com.br)
BRASIL KEPLIN CONSULTORIA LTDA - Ponta Grossa - PR.

HISTÓRICO

A idéia de ensilar plantas inteiras de soja (*Glycine max*), já que é uma cultura que hoje tradicionalmente é utilizada para a produção de grãos, surgiu no Uruguai quando um agricultor estava insatisfeito com o desempenho de certa cultivar de soja e comentou com um amigo pecuarista, que lhe propôs a compra da lavoura. Após a compra o confinador ensilou a soja em silo tipo bag (60 metros de comprimento por 2,8 m de diâmetro).

Após a abertura do silo, o material apresentou bom valor nutricional e pode ser fornecido aos animais, ao custo médio de US\$ 0,12 por kg de matéria seca com 18,5% de proteína bruta, enquanto que a ração comprada pelo produtor custava US\$ 0,32 por kg de matéria seca e continha 18% de proteína bruta.

Este foi o primeiro resultado observado por produtores em condições de uso com os animais, o que chamou a atenção e, a partir daí decidiu-se avaliar a viabilidade econômica e o potencial forrageiro da soja, na forma de silagem para bovinos de leite e corte, principalmente através das informações disponíveis para a cultura da soja para a produção de grãos, como recomendação de cultivares, época de plantio, espaçamento, população, adubação, herbicidas, inseticidas, etc. Informações disponíveis e atualizadas que poderíamos utilizar com o objetivo de rapidamente transformar a cultura da soja, também com excelente potencial forrageiro.

A ampla adaptação da soja no Brasil e as limitações que temos de clima e solo, entre outros, para algumas das leguminosas forrageiras disponíveis no mercado, permite trabalhar a soja como planta forrageira em regiões distintas ou em alguns casos em micro regiões.

SOJA PARA GRÃOS E FORRAGEM

O uso da soja como forrageira não é uma invenção recente, mas um retorno às origens da cultura no continente americano. Essa leguminosa, domesticada pelos chineses há cerca de 5.000 anos, foi introduzida nos Estados Unidos, no século 19, objetivando justamente a alimentação de animais via pastejo. Em 1940, chegou-se a plantar cerca de 2 milhões de hectares de soja com fins forrageiros. Mas gradativamente, a cultura foi sendo destinada à produção de grãos. Já na década de 60, ninguém mais via a soja como pastagem e fonte de volumoso.

Esse mesmo fenômeno ocorreu no Brasil, onde a leguminosa foi introduzida em 1882, trazidas dos Estados Unidos. Os primeiros estudos agronômicos com a cultura foram realizados pela Escola de Agronomia da Bahia e, posteriormente, pelo Instituto Agronômico da Campinas (IAC), visando avaliar seu potencial forrageiro. A cultura se instalou primeiramente na região Sul, onde encontrou condições climáticas propícias de desenvolvimento e ganhou impulso na década de 70, estimulada pelos bons preços internacionais, consequência natural das demandas crescentes da suinocultura, avicultura e bovinocultura por proteína e da expansão das indústrias de óleo vegetal comestível.

Nas décadas de 80 e 90, devido ao desenvolvimento de cultivares adaptados e melhorias nas técnicas de plantio, a cultura da soja chegou ao cerrado brasileiro, permitindo ao País multiplicar sua produção e colher 52 milhões de toneladas em 2003. Ante esse quadro de sucesso da soja grão, o retorno da cultura a sua origem forrageira pode parecer retrocesso, mas na verdade, significa avanço, pois agora é possível utilizar todo o avanço tecnológico agregado à soja brasileira para produzir silagem de alta qualidade.

FORRAGEM DE SOJA NA PRODUÇÃO ANIMAL.

Para quem já produz silagem de milho, plantar soja para forragem tem outro grande atrativo: a rotação de culturas, que traz benefícios para o solo além de ajudar no controle de pragas e do equilíbrio de nutrientes no solo.

O Pecuarista normalmente não tem colheitadeira de grão e, por isso, planta apenas milho ou sorgo para produzir silagem, quase sempre utilizando a mesma área. No máximo, ele alterna o plantio dessa gramínea com capim, outra planta da família das gramíneas. A introdução da soja no sistema de produção das fazendas pastoris é altamente benéfica, pois essa leguminosa é capaz de fixar nitrogênio no solo, reduzindo custos com adubação.

Os produtores que fazem a integração agricultura-pecuária conhecem os benefícios trazidos pela rotação. Para eles, inclusive, a incorporação do novo volumoso ao sistema de produção é mais fácil, pois já dominam a tecnologia de plantio da cultura. Basta que incluam a visão da soja como fonte potencial de produção de forragem para os animais.

COMO FAZER AS CONTAS

É evidente e indiscutível a lucratividade da soja comercializada como grãos. Assim, o produtor deve avaliar a “troca da colheitadeira de grãos” pela “ensiladeira”, pois sempre haverá essa competição da silagem para ser transformada em carne e leite com o preço do grão.

A pendência da balança a favor ou contra os grãos ou a silagem de soja tem que ser avaliada cuidadosamente. Se somos produtores de leite ou carne, temos os animais para alimentar. Nesse contexto, temos a opção de vender os grãos de soja e com o dinheiro arrecadado podemos ir ao mercado e procurar um alimento alternativo para substituir a silagem de soja. A questão é: Será que conseguiremos comprar com o dinheiro da soja comercializada o que deixamos de armazenar na forma de silagem? Esta é uma pergunta que vale para soja, milho, sorgo, etc. Devemos sempre estar sintonizados com os preços e oportunidades de trocas no mercado. Entretanto, temos observado que normalmente não conseguimos comprar sequer a proteína que deixamos de produzir com a silagem de soja.

Por exemplo: Um hectare de soja com produção de 30 toneladas de matéria verde (32% de matéria seca) e com teor médio de proteína bruta de 17%, dá uma produção de 1.632 kg de proteína bruta por hectare.

Se colher grãos nesta mesma área teremos uma produção média de 50 sacas de soja por hectare. $50 \text{ sacas} \times \text{R\$ } 35,00/\text{saca} = \text{R\$ } 1.750,00$ de receita bruta por hectare.

Assim, terei que ir ao mercado e comprar 1.632 kg de PB com os recursos disponíveis de R\$ 1.750,00, ou seja, poderei pagar no máximo R\$ 1,07 por kg de PB. Atualmente o kg da proteína do farelo de soja está ao redor de R\$ 1,33/kg, ou seja, não conseguirei comprar o que foi vendido. Entretanto, outras fontes de proteína devem ser avaliadas sempre, e devemos também lembrar que a decisão de ensilar a soja é no momento em que a lavoura atingiu o ponto de ensilagem.

Se a opção fosse comprar farelo de soja, seria necessário adicionar R\$ 426,00 além dos R\$ 1.750,00 para comprar a quantidade de proteína que deixamos de produzir. Estas contas envolvem muitas opções no mercado brasileiro, assim como alimentos disponíveis nas mais diferentes regiões do Brasil, e também devemos lembrar que normalmente o milho e a soja balizam os preços de mercado para os ingredientes que vamos utilizar na nutrição animal.

Pode-se usar como exemplo duas situações de variações de preços no ano de 2002, quando o farelo de soja no mês de março estava a um preço de R\$ 350,00/tonelada e em outubro custava R\$ 950,00. Portanto, um aumento de preço de 271%. Já em abril de 2004 o farelo de soja custava R\$ 900,00/tonelada e atualmente (outubro-2004) o preço está ao redor de R\$ 600,00/tonelada. Portanto, uma redução de preço de 33%.

A capacidade da silagem de soja em reduzir o uso de grãos na dieta está diretamente associada a seu alto valor nutricional. Ela possibilita produzir 2,5 vezes mais proteína por quilograma de matéria seca que a silagem de milho (18% de PB contra 7% na silagem de milho), além de ter um NDT (nutrientes digestíveis totais) superior ao milho de 74 contra 70% no milho, além de apresentar um nível de óleo que tem variado de 6 a 10%.

Quando utilizamos a silagem de milho associada a silagem de soja, na proporção de 40% e silagem de milho na proporção de 60% na dieta, consegue-se elevar o nível de proteína em 50%, quando comparado com dietas utilizando somente silagem de milho. Ou seja, em média a silagem de milho contribui com 7% de proteína bruta e a

silagem de soja com 17%, consequentemente a mistura proporciona um volumoso com uma média 11%.

Como planta forrageira a soja atende a vários requisitos, entre eles, ter boa palatabilidade, matéria seca entre 30 e 40% no momento da colheita, bom valor nutricional e fácil manejo na ensilagem. Entretanto, temos que estar atento a capacidade tamponante da soja para que tenhamos uma adequada fermentação.

MANEJO DA SOJA PARA PRODUÇÃO DE SILAGEM

O cultivo da soja para produção de silagem é idêntico ao da lavoura para produção de grãos. Deve-se fazer o plantio em solos corrigidos e com umidade adequada. Para que haja emergência da plântula, a semente precisa absorver 50% do seu peso em água, sendo semeada a uma profundidade de 3 a 5 cm, nunca junto com o adubo, que poderá prejudicar a germinação, podendo até matar a plântula, principalmente em caso de dose alta de cloreto de potássio.

ÉPOCA DE SEMEADURA

A época de semeadura é um dos fatores que mais influenciam o rendimento da soja, que é uma espécie muito sensível às variações climáticas, principalmente a luz e ao calor. O período indicado vai de 20 de outubro a 10 de dezembro, podendo se estender até janeiro, em alguns estados do Norte e Nordeste do Brasil.

Nos últimos anos, conforme levantamento da Embrapa Soja, avanços nos sistemas de semeadura, cultivares mais adaptadas, melhorias na capacidade produtiva dos solos e práticas conservacionistas, como cobertura vegetal do solo e a semeadura direta, permitiram a redução gradativa da população de plantas por hectare, por garantir melhor crescimento e maior rendimento individual das plantas.

O estande poderá variar, ainda, em função da cultivar, do regime de chuvas da região no período de implantação da cultura e do crescimento da soja, além da data de semeadura. Tratos culturais e adubação adequada são fundamentais ao bom desenvolvimento da cultura.

ESPAÇAMENTO NO PLANTIO

Normalmente, planta-se a soja com espaçamento entre 40 e 50 cm entre linhas. Quando utilizamos o espaçamento de 40 cm entre linhas, será necessário usar uma ensiladeira automotriz com colhedeira tipo “kemper”. No entanto, quando utilizamos o espaçamento de 50 cm entre linhas, poderemos ensilar a soja com ensiladeira de uma linha. Porém, atualmente já existe no mercado a máquina JF92 com plataforma 1602, que recolhe até 4 linhas de soja. Esta máquina nos dá condição de colher a soja em qualquer sentido, facilitando o manejo e organização da colheita, além de promover uma picagem mais homogênea e de melhor qualidade.

MOMENTO DO CORTE – PONTO DE COLHEITA

Em geral a colheita da soja para silagem tem sido realizada no estágio R6 (quando as vagens já estão formadas-cheias e as primeiras folhas começam a amarelar), podendo variar do estágio R5 (sem folhas amarelas, vagem com 50% do grão expandido) até o estágio R7 (a soja já apresenta queda de folhas, maturidade fisiológica plena). Quando antecipamos o corte o nível de óleo reduz a níveis similares a silagem de milho 3 a 4%, já quando vamos para o estágio R7 o nível de óleo sobe para 8 a 10%. O tamanho de partículas adotado varia entre 5 e 10 mm, onde o objetivo principal é uma picagem homogênea.

AValiação DA SOJA COMO FORRAGEM

Ao longo de 10 anos avaliando e utilizando a soja como fonte de volumoso, pode-se observar que o menor valor observado de proteína bruta foi de 14,9%, enquanto que o maior valor foi de 24%; o teor de óleo variou de 3,5 a 14%; o teor de matéria seca de 26 a 33%; os valores de FDA observados estão ao redor de 30%, levemente superiores a silagem de milho, enquanto que os valores de FDN estão em geral ao redor de 40%, neste caso levemente inferiores aos valores observados na silagem de milho.

Como valores médios para uma análise econômica tem-se utilizado os seguintes valores:

Variável	Toneladas/hectare
Silagem (MV)	30
Matéria Seca (%)	31
Proteína Bruta (%)	17-18
Extrato Etéreo (%)	7-8
Fibra Bruta (%)	23
FDA (%)	32
FDN (%)	41

Teor médio de matéria seca da cultivar de soja A7002 – Bayer Seeds.

Amostra	COMPOSIÇÃO DA SOJA		
	Folha	Talo	Vagem
Área 1	9,07	44,43	46,50
Área 2	10,39	42,36	47,25
Área 3	10,45	38,06	51,49*
Média	9,97	41,62	48,41

* Área com população mais baixa.

Composição química, média na matéria seca, das partes da planta da cultivar de soja a 7002 – Bayer Seeds, avaliada na fase R7.

Variável	Composição Química		
	Talo	Folha	Vagem
Matéria Seca (%)	30,5	29,81	31,16
Proteína Bruta (%)	3,96	13,89	22,06
FDA (%)	53,85	21,42	25,17
Minerais (%)	3,95	10,30	6,20
Extrato Etéreo (%)	0,70	4,50	10,17

SILAGEM DE SOJA NO CONFINAMENTO DE BOVINOS

Na fazenda São Paulo, em Vila Alta-PR, adotou-se a silagem de soja desde o ano de 2000. O trabalho começou com um pequeno silo de aproximadamente 10 toneladas e evoluiu para um silo de mais de 900 toneladas. O incremento da silagem de soja na dieta dos novilhos resultou em um incremento de 190g de proteína bruta a mais por novilhos dia, ou seja, poderemos considerar uma redução média de 420g de farelo de soja por novilho por dia (Pode-se considerar outras fontes de proteína disponíveis nas diferentes regiões e os respectivos custos para avaliação econômica).

Se considerarmos 120 dias em confinamento com 1200 animais confinados, poderíamos economizar na aquisição de 60 toneladas de farelo de soja (R\$ 600,00/ton – outubro de 2004), ou uma economia de R\$ 36.000,00.

Custos com alimentação do confinamento da fazenda São Paulo em 2003.

Alimentos	Custo/tonelada (R\$)	Consumo (kg/an/dia)	Custo (R\$)
Silagem de Milho	40,00	16,0	0,64
Silagem de Soja	40,00	8,0	0,32
Farelo de Soja	515,00	0,50	0,26
Uréia	800,00	70,0	0,05
Sulfato de Amônia	550,00	7,0	0,003
Beef sacc (1g/100kg PV)	...	4,0	0,04
Sal mineral	0,66	80,0	0,05
Dieta Total	...	26,65	1,36

As médias de ganho em peso na fazenda São Paulo tem se mantido superior a 1,300 kg, considerando 40% do abate de novilhas e 60% de abate de machos.

Resumo do desempenho de 1300 terneiros confinados na Fazenda Paraíso, alimentados com dieta contendo silagem de soja e abatidos no segundo semestre de 2003, Bagé-RS.

Período de confinamento	50 a 70 dias
Peso de abate	340 a 350 kg
Silagem de milho	12,50 kg/cab/dia
Silagem de soja	5,20 kg/cab/dia
Ração	2,16 ka/cab/dia
COMPOSIÇÃO DA RAÇÃO	
Ingrediente	Quantidade
Grãos de sorgo	2,072 kg
Uréia	70 g
Sal mineral	18 g
Beef sacc	1g/100 kg PV
CUSTO/DESEMPENHO	
Custo/alimentação	R\$ 1,36/cab/dia
Preço médio do kg de carcaça	R\$ 3,42 (3,20 – 3,80)
Ganho médio diário	1,350 kg/cab/dia

Na fazenda Ana Paula, em Bagé-RS, faz-se anualmente 2000 toneladas de silagem de soja, fazendo parte da dieta de novilhos superprecoces, ou seja, animais com idade entre 10 e 12 meses, abatidos com 350 a 380 kg de peso vivo.

SILAGEM DE SOJA NA PRODUÇÃO DE LEITE

Em momentos de crise econômica normalmente surgem idéias ou questionamentos sobre opções ou alternativas para conter ou diminuir os custos de produção. Na bovinocultura leiteira não é diferente. No ano de 2001 quando o preço do leite despencou para um patamar insustentável. Com apoio da Fundação ABC, Castro-Paraná, buscamos avaliar a viabilidade econômica da silagem de soja na alimentação de vacas leiteiras, em comparação com uma dieta padrão (azevém) normalmente utilizada na região dos Campos Gerais.

A idéia inicial foi utilizar a silagem de soja como alimento volumoso, e obter uma alternativa na produção de leite introduzindo uma cultura que melhore o sistema de rotação de culturas, melhorando

assim os níveis de produção de forragem e trazendo economia na aquisição de produtos proteinados.

Utilizou-se para a avaliação dois grupos com 21 vacas recém paridas em cada tratamento e acompanhadas por um período de 90 dias. Através da observação dos resultados, pode-se concluir que houve uma redução de 7% no custo final de produção de leite, quanto comparada com a dieta padrão. Outro ponto fundamental foi o ganho em peso das vacas que tiveram um ganho de peso de 25 kg na silagem de soja durante o período de avaliação, enquanto que, a dieta padrão teve um incremento de ganho de 7 kg.

Outros pontos na avaliação se mantiveram similares, como proposto no planejamento inicial do trabalho.

Silagem de soja em comparação com silagem pré-secada de azevém (*Lolium multiflorum*), na alimentação de vacas em lactação (novembro de 2002).

Variável	Dieta 1 (Silagem de soja)	Dieta 2 (Azevém)
Silagem de milho	20 kg	20 kg
Silagem de soja	9 kg	
Silagem de azevém		7,6 kg
Silagem de Grãos úmidos	10 kg	8,1 kg
Concentrado B3C	5 kg	7,2 kg
Custo da Dieta	R\$ 5,68	R\$ 6,10
Consumo MS/vaca/dia	21,0 kg	21,7 kg
Peso corporal inicial	595 kg	611 kg
Peso corporal final	620 kg	618 kg
Custo/relação ao azevém	93%	100%
Produção de Leite	34,6 L/vaca/dia	34,4 L/vaca/dia
Gordura	3,10%	3,30%
Proteína	2,75%	2,75%
CCS * (1000 mL)	219	444

* CCS – contagem de células somáticas.

CONCLUSÃO DOS PRODUTORES

Em visita com um grupo de 12 produtores na fazenda Capão Alto, os mesmos aprovaram a tecnologia, considerando a boa aceitação pelas vacas leiteiras, a boa palatabilidade e consumo. O aspecto da silagem também animou os produtores que resolveram dar início a implantação da tecnologia em suas propriedades.

A silagem de soja é uma realidade que já está sendo utilizada em muitas fazendas no Brasil, Argentina e Uruguai. As pesquisas iniciaram nos Estados Unidos em 2001 e os dados americanos são muito similares aos dados que temos no Brasil.

Com o uso do inoculante Sil All, temos observado uma melhor fermentação e melhor estabilidade após a abertura do silo (dificuldade observada inicialmente pelo efeito tamponante da soja), com rápida e adequada de fermentação.

Novos trabalhos estão sendo desenvolvidos para utilização da silagem de soja na alimentação de suínos, iniciando-se o trabalho com porcas em gestação e lactação.

MICRORGANISMOS INDESEJÁVEIS EM FORRAGENS CONSERVADAS: EFEITO SOBRE O METABOLISMO DE RUMINANTES

Pedro Braga Arcuri, Jailton Costa Carneiro, Fernando César Ferraz Lopes

Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite - EMBRAPA - CNPGL

Sumário

A conservação de alimentos, em especial forragens é um dos fatores críticos para garantir à pecuária bovina brasileira condições de atender à demanda interna e também a exportação de excedentes de forma competitiva em mercados globalizados. Entretanto, alimentos contaminados por diferentes espécies de bactérias e fungos apresentam não apenas redução no valor nutritivo mas principalmente, toxinas. Toxinas de origem biológica afetam a sanidade dos animais, frequentemente causando a morte de animais. Além disso, toxinas podem passar através do trato gastro-intestinal e permanecerem ativas em alimentos humanos como carne e leite. Esta revisão descreve os tipos de organismos indesejáveis e as condições favoráveis à contaminação de forragens conservadas. As toxinas mais comuns, com ênfase em micotoxinas e os sintomas causados por elas em ruminantes são também apresentados. Finalmente, são comentados os mecanismos através dos quais a microbiota ruminal reduz a toxidez ou detoxifica alimentos contaminados.

Abstract

Feed preservation, specially forages is one of the critical factors to assure conditions for the Brazilian dairy and beef production to keep up with the internal demand as well as to competitively export to global markets. However, feedstuff contaminated by different bacterial and fungal species not only show reductions in its nutritive value but specially contain toxins. Biological toxins may impair the animals' health, sometimes causing death. Moreover, toxins may pass through the gastrointestinal tract and stay active in human food such as meat and milk. This review describes undesirable organisms and the favorable conditions for contamination of conserved forages. The most common toxins, with emphasis in mycotoxins and the symptoms they cause in ruminants are also discussed. Lastly, comments are made related to the mechanisms by which the ruminal microbiota decreases toxicity or detoxifies contaminated feedstuff.

1. INTRODUÇÃO

A conservação de forragens é uma prática muito antiga devido ao fato de que a domesticação de herbívoros, em especial de ruminantes, se deu em regiões de clima instável, com grandes períodos de frio intenso ou de secas prolongadas. Consequentemente, o fornecimento de alimento para os animais em períodos de escassez somente poderia ocorrer se houvessem estoques formados nos períodos de abundância.

Técnicas de conservação de alimentos para ruminantes incluem o armazenamento de órgãos de reserva de vegetais (grãos, tubérculos, rizomas, etc.), a preservação de material vegetal com teores relativamente elevados de umidade por meio da ensilagem, utilizando-se a fermentação natural e da fenação, isto é, secagem natural ou artificial de forragens. Em todos os processos de conservação de forragens existem fatores que condicionam o sucesso da mesma. Estes fatores estão relacionados ao teor de umidade do alimento, às condições de armazenamento e ainda a características intrínsecas ao próprio alimento. Entretanto, dado que qualquer alimento constitui um meio de cultivo para grupo(s) de microrganismos, é fundamental durante o processo de conservação, particularmente em forragens, que as condições de preservação sejam tais que favoreçam grupo(s) de microrganismos benéfico(s) e pelo menos impeçam o desenvolvimento de grupo(s) indesejáveis. Estes últimos são definidos como microrganismos que alteram desfavoravelmente as características nutricionais das forragens, podendo inclusive produzir metabólitos tóxicos. O objetivo desta revisão é relacionar a ocorrência dos tipos mais comuns de microrganismos indesejáveis e descrever seus efeitos no metabolismo de ruminantes. Dada a amplitude do assunto, compostos tóxicos produzidos não por microrganismos, mas por plantas e eventualmente alterados pela microbiota ruminal (por exemplo, oxalatos, taninos e outros compostos secundários, glicosídeos cianogênicos, aminoácidos não-protéicos, etc.) não serão discutidos neste texto.

2. MICRORGANISMOS INDESEJÁVEIS EM SILAGENS

A ensilagem é o método mais utilizado para a conservação de forragens no Brasil. Portanto, será dada atenção especial aos problemas relacionados com a presença de microrganismos indesejáveis em silagens.

A microbiota da silagem desempenha um papel chave para o processo de conservação da forragem ser bem sucedido. Essa microbiota pode ser dividida basicamente em dois grupos quanto ao escopo desta revisão: microrganismos desejáveis e microrganismos indesejáveis. Os microrganismos desejáveis são as bactérias lácticas (McDONALD et al., 1991). Microrganismos indesejáveis são aqueles envolvidos na perda da forragem por apodrecimento anaeróbio (clostrídeos e enterobactérias) ou pelo apodrecimento aeróbio (por exemplo, *Listeria* sp, leveduras e mofos).

Quando a forragem fresca é ensilada, o objetivo principal é o rápido consumo do oxigênio, concomitantemente com a redução do pH. Se o silo é fechado corretamente, o oxigênio livre é removido rapidamente pela ação de enzimas da forragem e pelo metabolismo de microrganismos facultativos. No período inicial da fermentação, bactérias capazes de crescimento anaeróbio facultativo, como por exemplo espécies dos gêneros *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Clostridium*, *Bacillus*, mais as do grupo das enterobactérias e ainda leveduras, multiplicam-se rapidamente. Este período dura em geral vários dias, seguido por uma fase de decréscimo no número de microrganismos viáveis. As taxas de crescimento e de densidade da população microbiana variam com o tipo de forragem e com a temperatura. Inicialmente, enterobactérias dominam a microbiota mas são logo sucedidas por populações maiores de *Leuconostoc* e *Streptococcus*. Estas por sua vez são substituídas pelos lactobacilos e pediococos que reduzem o pH para valor próximo de 4,0 (McDONALD et al., 1991).

2.1 *Clostridium* spp.

Estes microrganismos são definidos como bastonetes anaeróbios Gram-positivos, formadores de esporos. Em geral são móveis, e capazes de fermentar açúcares, ácidos orgânicos e proteínas (ROSS et al., 1990; VAREL et al., 1989). A ocorrência de clostrídeos em silagens é consequência da inevitável contaminação da forragem com solo. Após o

enchimento do silo, algumas espécies de clostrídeos se multiplicam, participando portanto no crescimento bacteriano exponencial observado nos primeiros dias de fermentação. Isto ocorre porque a seiva das plantas é considerada um meio de cultivo ideal para os clostrídeos, associada ao ambiente anaeróbio. O aparecimento de populações significativas de clostrídeos é indesejável porque este grupo atua degradando o ácido láctico, consequentemente elevando o pH e ainda, reduzindo o valor nutritivo do alimento por meio do catabolismo de aminoácidos. Dois fatores operam na supressão do crescimento de clostrídeos, reduzindo sua atividade. O primeiro deles é a redução do pH, pois este gênero não tolera condições ácidas e o segundo é a ensilagem de forragens com pelo menos 30% de matéria seca (MS).

Espécies mais comuns de *Clostridium* associadas às silagens são *C. tyrobutyricum*, *C. butyricum*, *C. sporogenes* e *C. bifermentans*. As duas últimas são proteolíticas, produzindo aminas biogênicas. Consequentemente, o crescimento de clostrídeos em silagens eleva o pH. Esporos de clostrídeos da silagem podem sobreviver à passagem pelo trato digestivo de bovinos leiteiros. Através do contato do úbere com fezes pode haver transferência dos esporos para o leite, comprometendo sua qualidade e causando sérios defeitos na produção de lácteos (estufamento de queijos) (GOUDKOV & SHARPE, 1965). *C. botulinum* causa o botulismo, podendo afetar animais e humanos. Porém, como esta espécie possui baixa tolerância a pH baixo, a ocorrência de botulismo em animais alimentados com silagem somente foi demonstrada quando animais mortos (pássaros, ratos) foram encontrados no material ensilado (McDONALD et al., 1991).

2.2 *Enterobactérias*

O habitat natural deste vasto grupo de microrganismos anaeróbios facultativos é o trato gastro-intestinal de animais superiores. A espécie mais importante sob o ponto de vista sanitário é a *Escherichia coli*. Durante os estágios iniciais da fermentação da silagem, as enterobactérias competem com as bactérias lácticas por nutrientes (McDONALD et al., 1991). Enterobactérias têm pouca atividade proteolítica, porém são capazes de degradar alguns aminoácidos, contribuindo para a formação de amônia e aminas biogênicas, a exemplo dos clostrídeos. Aminas biogênicas são

tóxicas e causam decréscimo no consumo de silagens pela redução da palatabilidade (VAN OS et al., 1997). Entretanto, a microbiota ruminal possui a capacidade de degradar aminas, sendo esta a provável explicação para o fato de animais adaptados a elevados teores de aminas na dieta não apresentarem consumo reduzido (VAN OS et al., 1995). Por outro lado, enterobactérias são altamente eficazes na redução de nitratos (NO_3^-) a nitritos (NO_2^-) e estes a amônia (NH_3) e óxidos nítrico (NO) e nitroso (N_2O). Na presença de ar o óxido nítrico é oxidado a uma mistura de outros óxidos de nitrogênio (NO_2 , N_2O_3) e dióxido de nitrogênio (N_2O_4). Finalmente, o óxido nítrico e o dióxido de nitrogênio reagem com água produzindo os ácidos nitroso (HNO_2) e nítrico (HNO_3) (McDONALD et al., 1991). Estes gases e ácidos podem causar irritação no sistema respiratório e danos ao tecido pulmonar (DRIEHUIS & ELFERINK, 2000). Por outro lado, neste caso particular a atuação das enterobactérias também pode ser considerada benéfica pois nitritos e óxido nítrico são inibidores efetivos de clostrídeos (GRANT et al., 1995).

Na sequência da fermentação das silagens, a queda rápida do pH reduz significativamente o crescimento de enterobactérias. Um estudo recente avaliou a sobrevivência de uma cepa virulenta de grande risco para a saúde humana, *E. coli* OH157 em silagens de capim e milho (Reinders et al., 1999 citado por (DRIEHUIS & ELFERINK, 2000). Neste estudo foi demonstrado que *E. coli* OH157 inoculada antes da ensilagem não foi detectada uma semana após. Entretanto, a re-contaminação de uma silagem de capim com *E. coli* OH157 demonstrou sua persistência três semanas após, sob pH 4,0 a 4,6 e mantida sob condições “semi-anaeróbias”.

2.3 *Listeria monocytogenes*

Esta espécie bacteriana é descrita como bastonetes não formadores de esporos, com grande distribuição natural, atuando como saprófita. Quando associada a alimentos, esta espécie é relacionada com a ocorrência de doenças como meningite, encefalite e abortos em animais e humanos (DONALD et al., 1995). A ocorrência de doenças neuro-degenerativas em animais alimentados com silagem é associada também à presença de contaminação por *Listeria* sp (SANAA et al., 1993). *L. monocytogenes* é conhecida por sua capacidade de

sobrevivência em silagens (McDONALD et al., 1991). O fornecimento de silagem parece aumentar a susceptibilidade de um rebanho leiteiro à listeriose (SANAA et al., 1993), pois cepas de *Listeria* sp. já foram isoladas de silagens de baixa qualidade. Entretanto, naquelas de boa qualidade, bem preservadas e com o pH baixo, *L. monocytogenes* também pode sobreviver, embora em frequência muito baixa (SANAA et al., 1993). Silagens preservadas com lonas plásticas são propensas a apresentarem populações maiores de *Listeria* sp, devido tanto ao tipo de cobertura quanto à elevada superfície de contato com o ar (FENLON et al., 1989). DONALD et al. (1995) observaram que concentrações de oxigênio iguais ou superiores a 1% foram suficientes para o crescimento de até 10^7 unidades formadoras de colônias / g silagem; que 0,5% de oxigênio prolongou a sobrevivência e que níveis menores que 0,1% não apresentaram o patógeno na silagem. Gershum (1977b) citado por KALAC & WOOLFORD (1982), recomendou polvilhar uma camada grossa de 20 cm de silagem com 75 a 100 litros de uma solução desinfetante (ácido fórmico ou propiônico, concentrações não citadas) por m^2 de silagem como meio de desinfetar a silagem contaminada com *Listeria* sp.

2.4 *Bacillus*

Espécies deste gênero são semelhantes às do gênero *Clostridium* quanto à formação de esporos mas diferem na capacidade de crescimento sob condições aeróbias. Bacilos podem contribuir para a deterioração de silagens de milho, por possuírem enzimas sacarolíticas e proteolíticas. Espécies mais comuns são *B. cereus*, *B. lentus*, *B. firmus* e *B. sphaericus*. Outras espécies são capazes de crescimento anaeróbio sem prejuízos à qualidade da forragem ensilada (McDONALD et al., 1991), pois o crescimento em geral é errático (infrequente), com pouco ou nenhum desenvolvimento quando bactérias lácticas multiplicam-se rapidamente. Esporos de bacilos, se presentes em grandes quantidades na silagem ou em outros tipos de forragens, podem facilmente contaminar o leite, especialmente em sistemas com ordenha manual ou ordenha mecânica com higienização deficiente. Esporos são facilmente

transportados via aerossóis e portanto, podem ser deslocados do alimento para as tetas e partes do equipamento de ordenha.

2.5 Fungos

Fungos são microrganismos eucarióticos unicelulares (denominados leveduras) ou pluricelulares (mofos). Parte significativa das leveduras é anaeróbia facultativa, destacando-se o grupo *Saccharomyces*, de grande importância comercial na produção de pães e bebidas alcoólicas. Por outro lado, a grande maioria dos mofos é saprófita e aeróbia estrita, isto é, alimentam-se de material em decomposição e respiram oxigênio. Os nutrientes são obtidos pela secreção de enzimas extracelulares como proteases, lipases, amilases e celulasas que degradam os polímeros orgânicos a monômeros simples, que são então absorvidos.

2.5.1 Leveduras

As leveduras podem desempenhar importante papel na deterioração de silagens expostas ao ar. As leveduras em geral não são inibidas pela redução do pH, podendo crescer em meios de cultivo com pH entre 3,5 e 3,8 sendo que algumas cepas são tolerantes a pH 2 (McDONALD et al., 1991). Contagens de leveduras podem atingir grandezas na ordem de 10^5 organismos/g de silagem. De modo geral, o milho ensilado apresenta elevadas contagens iniciais de leveduras. Na cana-de-açúcar sua presença é dominante (KUNG & STANLEY, 1982). Além de estarem associadas à deterioração aeróbia da silagem, as leveduras são também indesejáveis por competirem com as bactérias lácticas por hexoses. O principal produto da fermentação destes açúcares pelas leveduras é o etanol, que praticamente não possui atividade preservante para silagens. Perdas de matéria seca ocorrem durante a ensilagem da cana, devido à conversão do açúcar a etanol e CO_2 por leveduras (KUNG & STANLEY, 1982). Além desse fato, são produzidas mínimas quantidades de ácido láctico, n-propanol, isobutanol, iso-pentanol, e ácidos acético, propiônico, butírico e isobutírico (McDONALD et al., 1991). As leveduras são também capazes de

fermentar pentoses, amido, álcoois, ácidos orgânicos e proteínas, além de poderem utilizar amônia como fonte de nitrogênio (McDONALD et al., 1991). Durante a fermentação de silagem de cana, Preston (PRESTON et al., 1976) observou a predominância de leveduras. Esse fato se reveste de grande importância para a ensilagem da cana de açúcar de boa qualidade. Trabalhos de pesquisa têm buscado meios eficientes de controlar a fermentação alcoólica em silagem de cana, ora em desenvolvimento nas Universidades Federais de Lavras (MG), Goiás, UNESP Jaboticabal e na Escola Superior de Agricultura "Luis de Queirós" de Piracicaba. Recentemente, uma reportagem apresentou o estado-da-arte da tecnologia da ensilagem de cana-de-açúcar (RENTERO, 2003) no Brasil. O uso de amônia (solução aquosa contendo 28% de amônia na proporção de 4,5 kg NH_3 /tonelada cana-de-açúcar picada) foi avaliado por Alli e colaboradores (ALLI et al., 1983). Foi observado decréscimo nas populações de leveduras, mofos e *Lactobacillus* sp., redução de 48% na perda de matéria seca e de 46% na perda de carboidratos solúveis. Os mesmos autores usaram silos-piloto de 205Kg para ensilar cana regada com 1,25 Kg NH_3 / t e observaram efeitos semelhantes ao tratamento anterior, além de menores teores da fração fibra em detergente ácido, indicando o uso de soluções de amônia (que podem ser obtidas pela dissolução de uréia) na ensilagem de cana (ALLI et al., 1983).

2.5.2 Mofos

Em silagens bem preparadas, os mofos são encontrados associados apenas às regiões da silagem, como as laterais e a superfície superior, que estejam expostas ao ar. Os mofos são indesejáveis, à semelhança das leveduras. Além disso, hidrolisam e metabolizam a celulose e outros componentes da parede celular das forragens, causando perda significativa de matéria seca (WOOLFORD, 1990). De acordo com este último autor, de 49 espécies de fungos filamentosos isoladas de silagens de gramíneas, 22 isolados foram capazes de crescer sob atmosfera de até 10% de CO_2 , indicando que mofos podem persistir no ambiente da silagem e ainda, influenciar no valor nutritivo desta, de

forma ainda não quantificada. Entretanto, o maior perigo potencial é a produção de micotoxinas, como descrito abaixo.

3. MICRORGANISMOS INDESEJÁVEIS EM FENOS

A principal causa de infestação de microrganismos indesejáveis em fenos é o armazenamento de forragens com alto conteúdo de umidade, ou seja, acima de 15 a 20% de água (WITTENBERG & MOSHTAGHI-NIA, 1991). REIS et al. (1993) observaram que o armazenamento do feno de *Brachiaria decumbens* com teores de umidade variando entre 18 a 20% e 13 a 15% e tratados com amônia anidra não causou alterações na composição química da forragem, havendo alteração apenas devido ao uso de amônia. Acima de 20% de umidade, pode ocorrer o desenvolvimento simultâneo de bactérias, fungos e leveduras. A exemplo do que ocorre nas silagens, o crescimento de microrganismos no feno, reduz seu valor nutritivo pela utilização de carboidratos solúveis, proteínas e outros nutrientes, além da possibilidade da formação de toxinas e ainda, do aumento da temperatura. Mofos são os contaminantes mais comuns e que potencialmente causam maiores problemas em fenos. O grupo dos Actinomicetos (fungos filamentosos) e os gêneros *Aspergillus*, *Absidia*, *Emericella*, *Eurotium*, *Humicola*, *Paecilomyces*, *Penicillium* e *Rhizopus* são citados como de maior ocorrência (REIS et al., 1997; WITTENBERG & MOSHTAGHI-NIA, 1991). Espécies de *Aspergillus*, como *A. fumigatus* e *A. flavus* produzem esporos alergênicos que causam a doença conhecida como “febre do feno” em humanos e eventualmente em bovinos toxemia e abortos (COULOMBE JR., 1993). Os gêneros *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Curvularia* e *Penicillium* foram observados com frequência em fenos de *Cynodon dactylon* que apresentavam teores crescentes de umidade (REIS et al., 1997).

Atualmente existem vários produtos químicos disponíveis no mercado que objetivam controlar o desenvolvimento destes organismos indesejáveis em fenos com teores mais elevados de umidade. Na literatura são citados como mais eficientes a amônia anidra e a uréia,

cujos efeitos são similares (WITTENBERG & MOSHTAGHI-NIA, 1991) e ainda ácido propiônico, propionato de amônio, diacetato de sódio, ácido sórbico, sorbato de potássio e carbonato de potássio (REIS et al., 2001). De modo geral, assim como para as silagens, os produtos que reduzem o pH são mais eficientes como fungistáticos. Entretanto, o uso de amônia anidra ou de uréia, além de sua ação fungistática, apresenta, para forragens tropicais, as vantagens de facilitar a digestão da fibra devido à ação da amônia na solubilização da hemicelulose e ainda, acrescentar nitrogênio não-protéico (REIS et al., 1997; REIS et al., 1993), que resultam no provável aumento da digestibilidade e do consumo de MS. Thorlacius e Robertson (1984), citados por (REIS et al., 2001), observaram que o uso de amônia na base de 2,0% da matéria seca em alfafa com 35% de umidade impediu o crescimento de fungos e também o aquecimento do feno mantido sob uma cobertura plástica. ROSA et al. (1998) avaliaram o efeito de tratamentos com amônia anidra e uréia aplicados a fenos de *Brachiaria decumbens* contendo diferentes teores de umidade. Os resultados são apresentados na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1: Fungos observados em feno de *Brachiaria decumbens*. Os tratamentos usados foram feno com 13% de umidade, sem adição de amônia ou uréia (controle, NT); fenos com 25% de umidade tratados com amônia anidra (NH₃) ou uréia (U) em diferentes concentrações.

Gênero de fungos	Ocorrência (% das amostras analisadas)				
	NT	NH ₃ (0,5 %)	NH ₃ (1,0 %)	U (0,9%)	U (1,8%)
<i>Aspergillus</i>	31	20	-	-	-
<i>Cladosporium</i>	47	11	3	4	5
<i>Curvularia</i>	9	2	-	-	-
<i>Epicoecum</i>	3	3	-	-	-
<i>Fusarium</i>	95	17	68	6	-
<i>Helminthosporium</i>	11	-	-	-	-
<i>Nigrospora</i>	36	-	-	-	-
<i>Penicillium</i>	-	83	65	82	94
<i>Phoma</i>	15	32	58	81	32
<i>Pithomyces</i>	3	3	-	-	-

Adaptado de (ROSA et al., 1998).

4. COMPOSTOS TÓXICOS DE ORIGEM MICROBIANA EM FORRAGENS CONSERVADAS

4.1 Micotoxinas

As micotoxinas são substâncias produzidas por uma grande variedade de fungos, especialmente os mofo. Mais de 100 espécies são descritas na literatura como toxicogênicas (CHEEKE & SHULL, 1985). Várias micotoxicoses (este termo não deve ser confundido com micoses, que são doenças causadas pela presença de determinadas espécies de fungos, não por micotoxinas) de animais domésticos foram associadas a micotoxinas presentes em alimentos, conforme apresentado na Tabela 2.

Simpson e Batra (1984), citados por CHEEKE & SHULL (1985) dividiram os fungos toxigênicos em dois grupos; (1) endomicotóxicos e (2) exomicotóxicos. Espécies do primeiro grupo produzem toxinas intracelulares que tipicamente causam efeitos agudos e algumas vezes fatais, porém sem grande impacto na pecuária. O segundo grupo, composto por mais de 40 espécies, produz toxinas que são excretadas no substrato. Este grupo inclui os gêneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Myrothecium*, *Trichoderma*, *Claviceps* e *Fusarium*. Os dois últimos gêneros contaminam alimentos em estágios anteriores à colheita e portanto são categorizados como “fungos de campo”, ao passo que espécies de *Aspergillus* são “fungos de armazenamento”. O gênero *Penicillium*, apesar de ser comumente encontrado após a colheita, pode contaminar alimentos no campo (MARQUARDT, 1996).

Tabela 2: Micotoxicoses em ruminantes.

Tipo de Micotoxina	Espécie susceptível	Principal fungo toxigênico	Alimentos propícios mais
Associadas a concentrados e grãos			
Aflatoxina (B1, B2, G1, G2)	Bovinos	<i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. parasiticus</i>	Milho, grãos pequenos, amendoim, caroço de algodão, mandioca, rações concentradas, côco-da-Índia, amêndoas, silagens
Ergotamina	Bovinos e Ovinos	<i>Claviceps purpurea</i>	Arroz, sorgo, milheto, trigo, cevada, centeio
Grupo das Trichoteceninas (toxina T-2, vomitoxina ou deoxinivalenol, e cerca de outras 40)	Bovinos	<i>Fusarium</i> sp. e outros 4 gêneros	Milho, sorgo, aveia grão, trigo, cevada
Associadas a volumosos			
Fomopsina A e outras ainda não caracterizadas	Bovinos e Ovinos	<i>Phomopsis leptostromiformis</i>	Leguminosas (especialmente o gênero <i>Lupinus</i>)
Sporidesmina (eczema facial, fotosensibilização)	Bovinos e Ovinos	<i>Pithomyces chartarum</i>	Gramíneas de pastos, especialmente o gênero <i>Lolium</i>
Paspalitreminas (paxilina, paspalanina)	Bovinos e Ovinos	<i>Claviceps paspali</i>	Gramíneas de pasto, especialmente o gênero <i>Paspalum</i>
Penitremina A, lolitremina A, Jantitremina e mais de 20 outras	Bovinos e Ovinos	<i>Penicillium</i> sp. (<i>P. crustocium</i> , <i>P. cyclopium</i>)	Milho, silagens, pastos de <i>Lolium</i>
Slaframina	Bovinos e Ovinos	<i>Rhizoctonia leguminecala</i>	Leguminosas, especialmente trevos
Dicumarol (envenenamento-trevo-doce)	Bovinos e Ovinos	Desconhecido	Trevos

Adaptado de CHEEKE & SHULL (1985)

A susceptibilidade de diferentes alimentos à infecção por mofo 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 e (5) ocorrência de temperaturas apropriadas, variáveis de acordo com a espécie (CHEEKE & SHULL, 1985). Consequentemente, a ocorrência de micotoxinas mesmo antes da colheita da forragem pode ser mais frequente em função do tipo de forragem e do clima local. Por exemplo, fungos produtores de aflatoxinas são mais comuns em ambientes quentes e úmidos, indicando ser este grupo de micotoxinas o de interesse prioritário no Brasil. Portanto, as condições de colheita e armazenagem de forragens e grãos devem ser manejadas nas propriedades de modo a se reduzir o risco de contaminação dos alimentos conservados.

A ocorrência de crescimento de fungos não é indicadora de presença de micotoxinas na forragem conservada. Mesmo que haja contaminação e consequente alterações na composição, textura e palatabilidade da forragem, pode não haver produção de micotoxinas (CHEEKE & SHULL, 1985). Por outro lado, mesmo que não hajam sinais evidentes de contaminação por mofo, 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. Consequentemente, existem suspeitas de micotoxicoses que ainda não puderam ser caracterizadas como tal devido à falta de identificação do fungo toxigênico, como ilustrado na Tabela 3.

Tabela 3: 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
Mirotociotoxicose	Bovinos e Ovinos	Depressão, enterite, salivação

Adaptado de (CHEEKE & SHULL, 1985)

Por outro lado, vários fungos toxigênicos e suas respectivas micotoxinas foram comprovados em laboratório, porém há necessidade de comprovação do seu envolvimento em doenças no campo. O teste químico de alimentos é o único meio definitivo de se determinar a presença de micotoxinas. Desta forma, é possível estabelecer a exposição dos animais e ainda determinar a eventual presença de resíduos de micotoxinas em produtos lácteos e cárnicos. Em consequência, a amostragem dos alimentos deve ser realizada com o máximo de critério a fim de se assegurar sua representatividade. Vários métodos são descritos em artigos publicados no *Journal of the Association of Official Analytical Chemists* (<http://www.aoac.org/>) e no *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (<http://pubs.acs.org/>).

Em um workshop recente ("Aflatoxin/Fumonisin Elimination and Fungal Genomics", realizado de 23 a 25 de outubro, 2000, em San Antonio, Texas, promovido pela National Corn Growers Association, EUA (<http://www.ncga.com/02profits/aflatoxin/>), LEWIS et al. (2000) descrevem uma forma inovadora de detecção de micotoxinas, utilizando-se vespas da espécie *Microplitis croceipes* que possuem elevada sensibilidade para a detecção de compostos químicos. Essas vespas podem ser treinadas para a detecção de micotoxinas, de modo a 1) distinguir entre espécies diferentes de fungos, 2) reconhecer espécies toxicogênicas e não-toxicogênicas, 3) distinguir espécies fúngicas e sua toxigenicidade, independente do substrato e ainda 4) reconhecer substâncias químicas que sejam associadas ao crescimento de fungos. PEARSON et al. (2000) descreveram outro método que vem tendo uso crescente para grãos inteiros, utilizando-se espectrofotometria na região do infravermelho próximo (NIRS), associado com processamento de imagens. Este tipo de detecção permitiu a otimização de um equipamento de separação dos grãos. Por sua vez, WILSON et al. (2000) apresentaram um método baseado no incremento da fluorescência das aflatoxinas B1 e G1 em solução, através da associação das mesmas com brometo, beta-cyclodextrina, dimetil-beta-cyclodextrina ou (2-hidroxy)propil-beta ciclodextrin

succinilada. De acordo com esses últimos autores, o método é barato, pode ser usado no campo e permite não só a identificação de material contaminado, mas também a quantificação de micotoxinas.

Tabela 4: Classificação de micotoxinas baseada nos órgãos ou tecidos afetados e seus sintomas fisiológicos.

Modo de ação	Tipo de micotoxina
Hepato-toxinas (Fígado)	Aflatoxinas, Sporidesmina, Rubratoxina B, Sterigmatocistina, Tricotecenos, Ocratoxina A, Fomopsina A
Nefro-toxinas (Rins)	Ocratoxina A, Citrinina, Aflatoxina, Oxalato
Neurotoxinas (Sistema nervoso)	Vomitoxina, Satratoxina, Slaframina, Penitrem A, alcalóides do "Carvão" de gramíneas, acúmulo de amônia
Genitoxinas (Sistema reprodutivo)	Zearalenona, alcalóides do "Carvão" de gramíneas, aflatoxinas,
Toxinas pulmonárias	4-Ipomeanol
Dermatotoxinas (Pele)	Toxina T-2, Nivalenol
Agentes fotosensibilizadores	Esporodesmina
Carcinogênicos	Aflatoxinas, Esterigmatocistina, Luteosquirina, Patulina, ácido penicílico, Toxina T-2,
Teratogênicos	Aflatoxinas, Ocratoxina A
Imunossupressores	Aflatoxinas, toxina T-2, Ocratoxina A
Agentes hematológicos	Aflatoxinas, Dicumarol, Toxina T-2

Adaptado de CHEEKE & SHULL (1985)

Os sintomas fisiológicos são tão variados quanto as estruturas químicas das diferentes micotoxinas. Como esperado, a toxicologia de cada micotoxina é dependente da dose, frequência e duração da exposição. Em geral, os efeitos tóxicos iniciam-se ao nível sub-celular e podem ou não serem acompanhados de alterações patológicas observáveis (CHEEKE & SHULL, 1985). Por exemplo, aflatoxinas induzem variadas alterações morfológicas no fígado, que coincidem com sintomas clínicos. Por sua vez, micotoxinas tremorgênicas causam

sintomas neurológicos, podendo levar à morte sem causarem lesões visíveis. A Tabela 4 mostra uma classificação das micotoxinas baseada nos órgãos ou tecidos afetados.

Aplicações comerciais de micotoxinas

Efeitos benéficos de micotoxinas são muito mais raros do que seus malefícios. Entretanto, o composto Zearalenol, metabólito natural da zearalenona é comercializado como um promotor de crescimento para bovinos e possivelmente tem aplicação como quimioterapêutico para humanos (NAGARAJA et al. ,1997).

4.1.1 Aflatoxinas

Este tipo específico de micotoxinas pertence ao grupo químico das bisfuranocumarinas (Figura 1). As diferentes estruturas químicas das aflatoxinas foram determinadas com base nas propriedades de fluorescência das mesmas sob luz ultravioleta, após separação pela técnica de cromatografia de camada fina (CHEEKE & SHULL, 1985). Curiosamente, as aflatoxinas foram descobertas após a morte de cerca de 100.000 perus na Grã-Bretanha em 1960. Após minuciosa investigação, constatou-se que a origem das toxinas foi uma partida de amendoim mofado adquirido no Brasil (CHEEKE & SHULL, 1985). Atualmente, sabe-se que aflatoxinas são encontradas no mundo todo. O principal fungo produtor de aflatoxinas é o *Aspergillus flavus*, capaz de colonizar vários alimentos (Tabela 2).

A colonização está diretamente relacionada com a ocorrência de condições favoráveis de temperatura (acima de 25°C), umidade do substrato (superior a 14%) e pelo menos alguma aeração (FAO, 1979). *Aspergillus* é essencialmente um fungo colonizador de sementes. Desta forma, qualquer fator que cause algum tipo de dano ao pericarpo de sementes (seca excessiva, ataque de insetos, permanência no campo após maturidade, fertilização inadequada, etc.) pode favorecer a infestação. No caso do caroço de algodão, quando este está contaminado por fungos toxigênicos e é utilizado para a produção de óleo, a maior parte das toxinas permanece no farelo. No caso do

fornecimento deste para gado de leite, a aflatoxina M1 poderá ser translocada para o leite (STOLOFF, 1980).

Como mostra a Tabela 3, o principal órgão afetado pela ação das aflatoxinas é o fígado. Várias funções hepáticas são alteradas, podendo resultar em morte.

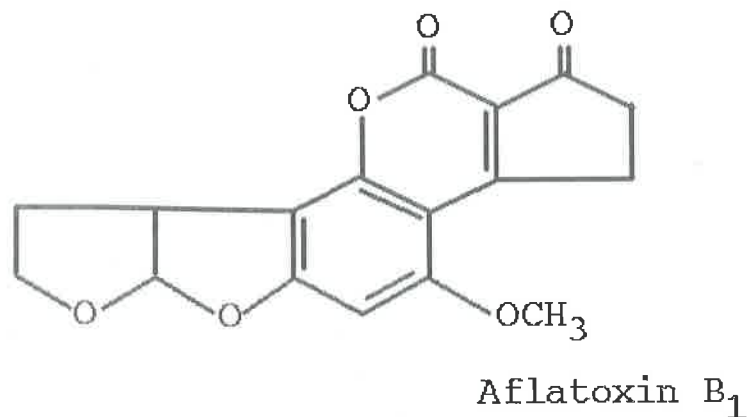


Figura 1: estrutura geral das aflatoxinas B1 e M1, adaptado de (<http://www.cfsan.fda.gov/~mow/aflatox1.html>)

4.2 Agentes foto-sensibilizadores produzidos por fungos toxigênicos

A foto-sensibilização ocorre quando compostos foto-dinâmicos presentes no tecido animal são expostos à luz. Os radicais livres gerados por este processo (ânions superóxidos) podem danificar membranas celulares e destruir o tecido adjacente. Consequentemente, os animais desenvolvem eritemas, dermatites, queratites e ainda podem apresentar sintomas de fotofobia (PLUMLEE, 1995). Vários compostos secundários de forrageiras são foto-sensibilizadores. Gramíneas dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*, quando fornecidos exclusivamente e por

tempo prolongado podem causar foto-sensibilização secundária. Neste caso, compostos secundários causam dano hepático e impedem a excreção normal de filoteritina, um produto da degradação da clorofila. A filoteritina é então translocada para a circulação periférica, causando foto-sensibilização. Para *Brachiaria decumbens* foram identificados alguns ésteres de saponinas (LAJIS et al., 1993) como causadores de foto-sensibilização secundária. As saponinas, após a degradação pela microbiota ruminal produzem cristais oticamente ativos e refringentes nos dutos biliares.

Na Nova Zelândia, a foto-sensibilização é frequente, mas devida ao fungo *Pithomyces chartarum*. Este fungo é saprófita, preferindo a lideira de pastos de *Lolium* sp. Os esporos contêm a toxina esporidesmina cujo princípio toxicológico é a foto-sensibilização secundária (CHEEKE, 1995) portanto com dano inicial no fígado. Em bovinos leiteiros as lesões mais frequentes são no úbere e tetas, além das áreas de pelagem branca e das partes inferiores e internas das pernas. Pode haver perda de grande parte da epiderme da face (eczema facial). A recuperação é plenamente possível, devendo haver a secagem do animal lactente para que ocorra redução do consumo e consequente diminuição da carga de filoteritina no fígado. A literatura (CHEEKE, 1995) relata também a presença de fungos toxicogênicos foto-sensibilizadores ainda não identificados em feno de gramíneas, porém não há relato sobre a ocorrência dos mesmos em condições tropicais.

4.3 Alcalóides produzidos por fungos

Alcalóides do grupo das pirrolididinas (lolininas e ergopeptinas) são produzidos por fungos endofíticos do gênero *Acremonium* sp. quando infestam gramíneas. Em países temperados a doença mais conhecida ocorre da ingestão de pastos de *Festuca arundinacea* (tall fescue) (WESTENDORF et al., 1993). Não foram encontrados relatos em forragens tropicais, provavelmente devido à incipiente pesquisa relacionada com toxinas em pastos nos trópicos. As pirrolidinas são vasoconstritoras muito potentes, além de possuírem outras atividades farmacológicas que, somadas, causam problemas de fertilidade,

gangrena, febre constante, níveis reduzidos de prolactina e pouco ou nenhum crescimento (MOYER et al., 1993). Os mesmos autores observaram que a microbiota ruminal in vitro era capaz de neutralizar pelo menos parte dos alcalóides toxicogênicos, porém não foram identificados os sub-produtos resultantes da fermentação (MOYER et al., 1993). Ainda, os autores sugerem que um grande esforço de pesquisa deve ser realizado para neutralizar os efeitos das pirrolidinas tóxicas, incluindo um possível incremento da degradação de alcalóides pela microbiota ruminal. Nesse aspecto, GREGG (1995) apresentou revisão sobre o potencial e as dificuldades inerentes à modificação genética de microrganismos gastrointestinais.

4.4 Substâncias nitrogenadas tóxicas de origem microbiana

Durante a fermentação da silagem, microrganismos anaeróbios facultativos do grupo das enterobactérias reduzem nitratos a nitritos, como descrito na seção II. Além disso, a microbiota ruminal reduz sequencialmente nitratos a nitritos e estes a amônia (MARAIIS et al., 1988). Com o uso frequente de doses elevadas de fertilizantes nitrogenados nas culturas para ensilagem, especialmente de milho e sorgo, nitratos podem atingir níveis potencialmente danosos para os animais. Culturas que receberam adubação pesada de nitrogênio na forma de nitrato têm uma tendência marcante de produzirem silagem de baixa qualidade, como demonstrado por Wieringa (1966), citado por (KALAC & WOOLFORD, 1982). A toxidez ocorre quando nitritos absorvidos do rúmen combinam-se com a hemoglobina sanguínea formando meta-hemoglobina, que impede a capacidade das células vermelhas de transportar oxigênio. Uma medida paliativa para o caso de excesso de nitratos decorrente de adubação nitrogenada é o uso de ácido fórmico como aditivo, conforme relatado por Weissbach e Ohff (1979), citado por (KALAC & WOOLFORD, 1982). O nível de nitrato de 3 a 4 g por 100Kg de peso vivo administrado de uma só vez não produziu nenhum efeito prejudicial para vacas alimentadas com forragem fresca, feno ou silagem, ao passo que a dose de 15g / 100 Kg peso vivo causou aumento significativo no índice de meta-hemoglobina

no sangue, acima de 50%, levando à morte (Kemp et al (1977) citado por (KALAC & WOOLFORD, 1982).

Se por exemplo, ocorrer fermentação indesejada por clostrídios (várias espécies), que reduzem nitratos a amônia (KALAC & WOOLFORD, 1982) e aminas, pode também haver comprometimento da sanidade do rebanho. Aminas secundárias podem ser formadas durante a degradação das proteínas por clostrídios. A reação desse tipo de aminas com ácido nitroso (HNO_2 , intermediário na redução de nitratos ou liberado na silagem a partir do aditivo nitrito de sódio), produz nitrosaminas que são potencialmente carcinogênicas. De 3 a 34 ppb (partes por bilhão) de dietilnitrosaminas e 3 a 33 ppb de dipropilnitrosamina foram encontradas por Terplan et al (1978), citado por (KALAC & WOOLFORD, 1982) em cinco de dez silagens de folhas de beterraba, milho e capim, sem no entanto, ter sido observada a transferência destes compostos para o leite. Outras aminas como histamina, tiramina e cadaverina tiveram seus níveis aumentados progressivamente à medida que a qualidade de silagens era reduzida.

A concentração de Cianeto de hidrogênio (HCN) é diminuída durante a fermentação de silagens, decrescendo de 304 para 63 partes por milhão (ppm) em silagens de sorgo granífero e para traços em três silagens de sorgo forrageiro, conforme constatado por McCarty et al. (1971) citado por (KALAC & WOOLFORD, 1982).

4.5 Ácido láctico

Mesmo que os alimentos não estejam contaminados com microrganismos indesejáveis, alterações induzidas por excesso de substratos fermentescíveis no ambiente ruminal alteram de forma abrupta a composição daquela microbiota (RUSSEL & DIEZ-GONZALES, 1998), fazendo com que organismos que antes seriam inócuos passem a ser indesejáveis e causem alterações metabólicas no animal. Essa situação ocorre principalmente devido ao fornecimento de grandes quantidades de grãos na dieta. Bactérias Gram-positivas produtoras de ácido láctico no rúmen, em especial *Streptococcus bovis*, são mais tolerantes a ambientes ácidos decorrentes de fermentação

rápida do alimento. Caso haja um suprimento excessivo de grãos, em cerca de 24 horas os organismos Gram positivos substituem os Gram-negativos presentes na microbiota ruminal estável, tornando-se predominantes ao ponto de estabelecerem uma produção contínua de lactato no rúmen (RUSSELL & HINO, 1985). Simultaneamente, devido ao abaixamento abrupto do pH, ocorre a inibição de organismos consumidores de lactato, por exemplo *Megasphaera elsdenii* e *Selenomonas ruminantium* (RUSSELL et al., 1981). *S. bovis* é capaz de fermentar amido de forma muito rápida. Quando a concentração de carboidratos (especialmente amido) é baixa, esta espécie produz acetato, formato, e etanol, mas no caso de elevadas concentrações de amido ocorre fermentação homolática, isto é, produção quase exclusiva de ácido láctico. O lactato é um ácido mais forte do que os ácidos graxos voláteis, portanto, o acúmulo deste no rúmen causa a queda súbita do pH. Nos casos agudos, ocorre retirada de água da corrente sanguínea para o rúmen, de modo a equilibrar a concentração iônica (OWENS et al., 1998). Consequentemente, pode ocorrer morte. Uma outra hipótese de morte por acidose é proposta pela associação da alimentação excessiva de grãos com incrementos significativos nas concentrações de endotoxinas no rúmen, por sua vez vinculadas à degradação de células Gram negativas (NAGARAJA et al., 1978). A incidência de acidose pode ser reduzida por práticas de manejo que permitam à microbiota ruminal se adaptar a níveis crescentes de grãos (amido) na dieta de modo a permitir o crescimento balanceado tanto de bactérias produtoras quanto de consumidoras de lactato (NAGARAJA et al., 1997). Práticas de manejo incluem também o uso de ionóforos (CHOW & RUSSELL, 1990; LANA & RUSSELL, 1997) e probióticos (KUNG, JR. & HESSION, 1995; MALIK & SHARMA, 1998; WIRYAWAN & BROOKER, 1995), que não serão discutidos nesta revisão.

5. ESTRATÉGIAS PARA O MANEJO DE PROBLEMAS DE TOXIDEX EM RUMINANTES

Uma característica dos ruminantes é sua capacidade em adquirir tolerância a concentrações crescentes de toxinas nos alimentos. Esta

pode ter sido um importante fator seletivo determinando a o sucesso evolucionário dos ruminantes e outros animais apresentam fermentação pré-gástrica (DOMINGUEZ-BELLO et al., 1993). Na maioria das vezes, a tolerância está relacionada com mudanças nas populações de microrganismos ruminais (número de indivíduos de determinada espécie ou alterações em rotas metabólicas), seja pela redução na produção de compostos tóxicos (por exemplo, ácido láctico, como visto acima), seja pelo aumento das taxas de degradação de toxinas (por exemplo, a degradação do aminoácido "mimosina" presente em *Leucaena* sp. (DOMINGUEZ-BELLO et al., 1997)). Estudos recentes indicam que vários dos microrganismos com capacidade de degradação de toxinas em geral estão presentes em número reduzido na microbiota ruminal (SMITH, 1992). Práticas de manejo que utilizem o conhecimento da ecologia microbiana ruminal podem ser extremamente úteis na prevenção e na superação de problemas causados por toxinas, que influenciem a produtividade e a saúde de ruminantes.

Abaixo são citadas algumas referências, relacionadas indiretamente ao escopo desta revisão mas que podem ser úteis para o avanço do conhecimento sobre toxinas e formas de reduzir seus efeitos na pecuária brasileira. Estudos comparativos da susceptibilidade a espécies forrageiras tóxicas entre diferentes espécies de ruminantes indicam diferenças no pastejo seletivo (PROVENZA et al., 1992), nas taxas de atividade metabólica de populações microbianas ruminais (CRAIG et al., 1992), em taxas de absorção (SMITH, 1992) e nas taxas e padrões de metabolismo hepático (CHEEKE, 1995). Novas abordagens desta questão incluem o uso futuro de microrganismos geneticamente modificados para incremento da capacidade degradativa (GREGG, 1995) e exploração do sistema imune com procedimentos inovadores de vacinação (MCKENZIE, 1994).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Está claro pelos dados apresentados que fungos e o produto do seu metabolismo constituem os maiores riscos para animais alimentados com forragens conservadas, e mesmo para humanos envolvidos no

manejo dos animais. Entretanto, pouco ainda é conhecido sobre os fatores que influenciam e os mecanismos de síntese das micotoxinas, em especial em ambientes tropicais, onde condições climáticas e principalmente, tipos de forrageiras são distintos dos ambientes temperados. Menos ainda é conhecido sobre as formas de degradação daquelas toxinas, exceto que parte é inativada ou degradada por microrganismos ruminais. Portanto, esses aspectos requerem um esforço intenso de investigação a fim de se garantir à pecuária brasileira condições de competitividade em mercados globalizados, nos quais segurança alimentar e barreiras sanitárias, mais que simplesmente os preços, são crescentemente utilizados como parâmetros selecionadores para o fechamento de contratos.

7. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ALLI, I.; FAIRBAIRN, R.; BAKER, B.; GARCIA, G. The effects of ammonia on the fermentation of chopped sugarcane. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 9, p. 291-299, 1983.
- CHEEKE, P.R. Endogenous toxins and mycotoxins in forage grasses and their effects on livestock. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 909-918, 1995.
- CHEEKE, P.R.; SHULL, L.R. **Natural Toxicants in Feeds and Poisonous Plants**. Westport, CT: AVI Publishing, 1985. 492 p.
- CHOW, J.M.; RUSSELL, J.B. Effect of ionophores and pH on growth of *Streptococcus bovis* in batch and continuous culture. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 56, p. 1588-1593, 1990.
- COULOMBE JR., R.A. Biological action of mycotoxins. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p. 880-891, 1993.
- CRAIG, A.M.; LATHAM, C.J.; BLYTHE, L.L. Metabolism of toxic pyrrolizidine alkaloids from tansy ragwort (*Senecio jacobea*) in ovine ruminal fluid under anaerobic conditions. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 58, p. 2730-2736, 1992.
- DOMINGUEZ-BELLO, M.G.; LOVERA, M.; RINCÓN, M.T. Characteristics of dihydroxypyridine-degrading activity in the rumen bacterium *Synergistes jonesii*. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 23, p. 361-365, 1997.
- DOMINGUEZ-BELLO, M.G.; RUIZ, M.-C.; MICHELANGELI, F. Evolutionary significance of foregut fermentation in the hoatzin (*Opisthocomus hoazin*; Aves: Opisthocomidae). v. 163, p. 594-601, 1993.
- DONALD, A.S.; FENLON, D.R.; SEDDON, B. The relationship between ecophysiology, indigenous microflora and growth of *Listeria monocytogenes* in grass silage. v. 79, p. 141-148, 1995.
- DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S.J.W.H. The impact of the quality of silage on animal health and food safety: a review. **The Veterinary Quarterly**, v. 22, n. 4, p. 212-216, 2000.
- FAO; **Prevention of mycotoxins**, pp. 23, Organização das Nações Unidas para Alimentos e Agricultura (FAO), Roma, 1979.
- FENLON, D.R.; WILSON, J.; WEDDEL, J.R. The relationship between spoilage and *Listeria Monocytogenes* contamination in bagged and wrapped big bale silage. **Grass and Forage Science**, v. 44, p. 97-100, 1989.
- GOUDKOV, A.V.; SHARPE, M.E. Clostridia in dairying. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 28, p. 63-73, 1965.
- GRANT, M.A.; EKLUND, C.A.; SHIELDS, S.C. Monitoring dairy silage for five bacterial groups with potential for human pathogenesis. **Journal of Food Protection**, v. 58, p. 879-883, 1995.
- GREGG, K. Engineering gut flora of ruminant livestock to reduce forage toxicity: progress and problems. **Trends in Biotechnology**, v. 13, p. 418-421, 1995.
- KALAC, P.; WOOLFORD, M.K. A review of some aspects of possible associations between the feeding of silage and animal health. **British Veterinary Journal**, v. 138, p. 305-320, 1982.
- KUNG, L., JR.; HESSION, A.O. Preventing in vitro lactate accumulation in ruminal fermentations by inoculation with *Megasphaera elsdenii*. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 250-256, 1995.
- KUNG, L.J.; STANLEY, R.W. Effect of stage of maturity on the nutritive value of whole-plant sugarcane preserved as silage. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 54, n. 4, p. 689-696, 1982.
- LAIJS, N.H.; ABDULLAH, A.S.H.; SALIM, S.J.S. Epi-sarsasapogenin and epismilagenin - 2 sapogenins isolated from the rumen content of sheep intoxicated by *Brachiaria decumbens*. **Steroids**, v. 58, p. 387-389, 1993.
- LANA, R.P.; RUSSELL, J.B. Effect of forage quality and monensin on the ruminal fermentation of fistulated cows fed continuously at a constant intake. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 224-229, 1997.
- LEWIS, J.W.; RAINS, G.C.; WILSON, D.M.; Trained Wasps as Chemical Detectors: Application for Aflatoxin-Related Issues. URL <http://www.ncga.com/02profits/aflatoxin/>, acessado em 20 de junho, 2003. National Corn Growers Association, 2000.
- MALIK, R.; SHARMA, D.D. *In vitro* evaluation of different probiotics as feed supplement. **Journal of Dairy Science**, v. 51, n. 6, , 1998.
- MARAIS, J.P.; THERION, J.J.; MACKIE, R.I.; KISTNER, A.; DENNISON, C. Effect of nitrate and its reduction products on the growth and activity of the rumen microbial population. **British Journal of Nutrition** v. 59, p. 301-313, 1988.
- MARQUARDT, R.R. Effects of molds and their toxins on livestock performance: a western Canadian perspective. **Animal Feed Science and Technology**, v. 58, p. 77-89, 1996.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The Biochemistry of silage**. 2nd ed. New York: Marlow:Chalcombe Publishers, 1991. 340 p.

- MCKENZIE, R.A. Immunizing livestock against plant-associated toxins in Australia: ecological and economic perspectives. In: Wood, P.R., Willadsen, J.E. and Vercoe, J.E. (eds.) **Vaccines in Agriculture**. Melbourne: CSIRO Australia, 1994. p. 145-148. v. .
- MOYER, J.L.; HILL, N.S.; MARTIN, S.A.; AGE, C.S. Degradation of ergoline alkaloids during in vitro ruminal digestion of tall fescue forage. **Crop Science**, v. 33, p. 264-266, 1993.
- NAGARAJA, T.G.; BARTLEY, E.E.; FINA, L.R. Quantitation of endotoxin in cell-free rumen fluid of cattle. **Journal of Animal Science**, v. 46, p. 1759-1766, 1978.
- NAGARAJA, T.G.; NEWBOLD, C.J.; VAN NEVEL, C.J.; DEMEYER, D.I. Manipulation of ruminal fermentation. In: Hobson, P.N. and Stewart, C.S. (eds.) **The Rumen Microbial Ecosystem**. London: Blackie Academic, 1997. p. 523-632. v. 2nd.
- OWENS, F.N.; SECRIST, D.S.; HILL, W.J.; GILL, D.R. Acidosis in cattle: a review. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 275-286, 1998.
- PEARSON, T.; WICKLOW, D.; SCHWARTZ, C.; Detection of Aflatoxin and Fumonisin Contaminated Corn by Near Infrared Spectroscopy. URL <http://www.ncga.com/02profits/aflatoxin/>, acessado em 20 de junho, 2003. National Corn Growers Association, EUA, 2000.
- PLUMLEE, K.H. Photosensitization in ruminants. **Veterinary Medicine United States**, v. 90, p. 605-612, 1995.
- PRESTON, T.R.; HINOJOSA, C.; MARTINEZ, L. Ensiling of sugarcane with ammonia molasses and mineral acids. **Tropical Animal Production**, v. 1, p. 120, 1976.
- PROVENZA, F.D.; PFISTER, J.A.; CHENEY, C.D. Mechanisms of learning in diet selection with reference to phytotoxicosis in herbivores. **Journal of Range Management**, v. 45, p. 36-45, 1992.
- REIS, R.A.; MOREIRA, A.L.; PEDREIRA, M.S. Técnicas para produção e conservação de feno de forrageiras de alta qualidade. In: **Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas**, 2001, Maringá, PR. Universidade Estadual de Maringá: p. 1-39.
- REIS, R.A.; PANNIZI, R.C.; ROSA, B.; RODRIGUES, L.R.A.; NASCIMENTO, J.M. Efeitos da amonização sobre a ocorrência de fungos, composição química e digestibilidade in vitro de feno de grama seda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 454-460, 1997.
- REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; NAHAS, E.; BONJARDIM, S.R.; PEREIRA, J.R.A.P. Amonização do feno de *Brachiaria decumbens* com diferentes teores de umidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 4, p. 539-543, 1993.
- RENTERO, N.; Silagem de cana exige critérios para ter qualidade, **Balde Branco**. Vol. 39, p. 30-35, 2003.
- ROSA, B.; REIS, R.A.; PANIZZI, R.C.; MESQUITA, A.J.; JOBIM, C.C. Preservação do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk submetido a tratamento com amônia anidra ou uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 691-694, 1998.
- ROSS, R.; D'ELIA, J.; MOONEY, R.; CHESBRO, W. Nutrient limitation of two saccharolytic clostridia: secretion, sporulation, and solventogenesis. **FEMS Microbiology and Ecology** v. 74, p. 153-164, 1990.
- RUSSEL, J.B.; DIEZ-GONZALES, F. The effects of fermentation acids on bacterial growth. **Advances in Microbial Physiology**, v. 39, p. 205-234, 1998.
- RUSSELL, J.B.; COTTA, M.A.; DOMBROWSKI, D.B. Rumen bacterial competition in continuous culture: *Streptococcus bovis* versus *Megasphaera elsdenii*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 41, p. 1394-1399, 1981.
- RUSSELL, J.B.; HINO, T. Regulation of lactate production in *Streptococcus bovis*: A spiraling effect that leads to lactic acidosis. **Journal of Dairy Science**, v. 68, p. 1712-1721, 1985.
- SANAA, M.; POUTREL, B.; MENARD, J.L.; SERIEYS, F. Risk factors associated with contamination of raw milk by *Listeria Monocytogenes* in dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p. 2891-2898, 1993.
- SMITH, G.S. Toxicification and detoxification of plant compounds by ruminants: an overview. **Journal of Range Management**, v. 45, p. 25-30, 1992.
- STOLOFF, L. Aflatoxin M in milk. **Journal of Food Protection**, v. 43, p. 226-230, 1980.
- VAN OS, M.; LASSALAS, B.; TOILLON, S.; JOUANY, J.P. In vitro degradation of amines by rumen micro-organisms. **Journal of Agricultural Science**, v. 125, p. 299-305, 1995.
- VAN OS, M.; VUUREN, A.M.V.; SPOELSTRA, S.F. Mechanisms of adaptation in sheep to overcome silage intake depression induced by biogenic amines. **British Journal of Nutrition**, v. 77, p. 399-415, 1997.
- VAREL, V.H.; RICHARDSON, A.J.; STEWART, C.S. Degradation of barley straw, ryegrass, and alfalfa cell walls by *Clostridium longisporum* and *Ruminococcus albus*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 55, p. 3080-3084, 1989.
- WESTENDORF, M.L.; MITCHELL, G.E.; TUCKER, R.E. In vitro and In vivo ruminal and physiological responses to endophyte-infected tall fescue. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p. 555-563, 1993.
- WILSON, D.M.; AUGUSTO, J.; HOLBROOK, C.; WIDSTORM, N.; Using cyclodextrins in a Rapid Inexpensive Aflatoxin Screening Method for Field Research Applications. URL <http://www.ncga.com/02profits/aflatoxin/>, acessado em 20 de junho, 2003. National Corn Growers Association, EUA, 2000.
- WIRYAWAN, K.G.; BROOKER, J.D. Probiotic control of lactate accumulation in acutely grain-fed sheep. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 46, p. 1555-1568, 1995.
- WITTENBERG, K.M.; MOSHTAGHI-NIA, S.A. Influence of anhydrous ammonia and bacterial preparations on alfalfa forage baled at various moisture levels. II Fungal invasion during storage. **Animal Feed Science and Technology**, v. 34, n. 1-2, p. 67-74, 1991.
- WOOLFORD, M.K. The detrimental effects of air on silage. **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v. 68, p. 101-116, 1990.

CUSTOS DE PRODUÇÃO DE SILAGEM E FENO E EVOLUÇÃO DA COMERCIALIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS

¹João Ricardo Alves Pereira, ¹Marcos Souza Barros
¹Prof. do Departamento de Zootecnia da UEPG-Ponta Grossa-PR

Introdução

O mundo vem passando por mudanças rápidas; a revolução da informática, das comunicações e do comércio globalizado são exemplos característicos. Nas indústrias, a automação e os novos conceitos dos processos de administração, entre outros aspectos, são os multiplicadores das capacidades humanas, gerando aumento de produtividade. Na agropecuária, vários exemplos podem ser citados como parte das mudanças; a biotecnologia, a engenharia genética são ferramentas que vêm revolucionando os processos de seleção, assim como a agricultura de precisão está alterando o conceito da aplicação de insumos.

Uma das mudanças que já deveriam estar acontecendo, mas que, infelizmente, registra poucos casos, refere-se à forma de administrar a propriedade rural.

O produtor de leite ou carne deve encarar sua atividade como uma empresa, planejando antecipadamente as atividades envolvidas no processo e tendo total controle de seus custos de produção.

Terceirizar serviços ou adquirir produtos, inclusive alimentos, 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 embutidos os processos de transporte e compactação da silagem adquirida. O segmento de criação de animais na fase jovem também pode ser terceirizado, onde, por exemplo, o produtor de leite entrega a um terceiro a bezerra recém nascida, paga pela estadia e os serviços, e recebe a novilha já inseminada.

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.

1. COMERCIALIZAÇÃO DE VOLUMOSOS E A PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS

A terceirização de serviços na produção de volumosos começou a ser mais expressiva em meados da década de 90 na região dos Campos Gerais, envolvendo, principalmente, produtores de leite das Cooperativas Batavo e Castrolanda. Ela é decorrente da necessidade de estabelecimento de parcerias, iniciadas ainda de modo informal, entre 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 a 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 empregados 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).

Identificadas as necessidades dos segmentos envolvidos, agricultor e pecuarista, numa segunda etapa foram definidos quais os objetivos a ser estabelecidos na parceria. Nessa etapa foi fundamental o trabalho de motivação entre os parceiros, através de trabalhos técnicos (palestras e reuniões técnicas) desenvolvidos pelos órgãos de extensão.

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)

- *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.
- *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.
- *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.
- *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:

- *Obter renda mensal ou antecipada*: O recebimento da forragem vendida, baseada na produtividade de grãos no caso da silagem de milho ou no valor nutricional relativo no caso de forragens de inverno, pode ser feito a vista, parcelado (três ou mais parcelas) ou convertido em equivalente litros de leite e pagos mensalmente.
- *Diluição dos custos fixos*: Utiliza seus tratores e implementos agrícolas no plantio em áreas próprias ou de terceiros, que pode ser do próprio pecuarista.
- *Facilitar o planejamento agrícola*: As áreas destinadas a silagem tem 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 da soja para a ensilagem da planta.

No processo de estabelecimentos de parcerias o papel da assistência técnica é fundamental, atuando da seguinte forma:

- *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.
- *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.
- *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.

2. APOIO FINANCEIRO

No caso específico da Cooperativa Batavo ela oferece crédito aos produtores de leite para pagamento a vista ao agricultor pela lavoura comprada e financia o saldo devedor em até três vezes. Também disponibiliza assistência zootécnica, através de convênio firmado com a EMATER - PR, e com zootecnistas da própria cooperativa.

2.1. Serviços de Terceiros

2.1.1. No Processo de ensilagem

Nesta etapa podem ser contratadas empresas especializadas no corte e/ou no transporte da forragem. As opções de máquinas e equipamentos são apresentadas na Tabela 1 e a escolha deve ser baseada nas dimensões da área a ser cortada e, obviamente, no custo do serviço prestado. Devido a 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 ou mesmo tratando antecipadamente a execução dos serviços. As empresas por sua vez 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.

Tabela 1. Valores cobrados para os serviços de corte na ensilagem do milho ou sorgo e de forragens.

Equipamento	¹ R\$/hora máquina	Rendimento /hora máquina
² Ensiladeiras (milho/sorgo)		
4 linhas (importada)	180,00	40 ton
2 linhas	120,00	15 a 18 ton
2 linhas (importada)	140,00	25 ton
Automotriz 6 linhas	280,00	50 ton
Recolhedora/picadora (forragens)		
² Acopladas	130,00	2,5 a 3,2 ha
Automotriz	280,00	3,0 a 5,0 ha

¹ O combustível é pago pelo contratante
Fonte: Fundação ABC (2004).

² Acopladas a tratores de 120 ou 130 cv

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\$ 25,00/hora (da ensiladeira) ou R\$ ± 1,00/km rodado.

Segundo informações das empresas prestadoras de serviços, da área total de milho e sorgo destinados a silagem (± 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 automotrizas têm grande atuação na região central do país, inclusive com contratos de exclusividade.

2.2. Comercialização de Silagem de Milho

A cultura do milho destinada a 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 arraçoamento 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. Dentre os aspectos levantados, para a silagem de milho, pode-se destacar:

a) *Cultura implantada fora de época*: Os plantios são tardios em virtude do 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 consequência da associação de todos os fatores mencionados acima e que compromete seriamente a viabilidade econômica da exploração.

A compra de silagem ou de serviços pode se dar das seguintes formas:

- 1) O pecuarista contrata os serviços de plantio e tratos culturais, bem como a colheita, transporte e compactação. Todo plantio é realizado em áreas próprias;
- 2) 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 a estrutura do solo decorrente do corte e transporte da silagem;

Nas Tabelas 2 e 3 são apresentados os custos de produção de grãos e de silagem de planta inteira de duas lavouras de milho com produções estimadas de 5.000 e 10.000 kg/ha. Se o pecuarista adquirir uma lavoura de 5.000 kg de produtividade ele pagará ao agricultor o valor de R\$ 3.119,77/ha, incluindo a extração de NPK mais uma sub-silagem, enquanto que o agricultor terá uma renda de R\$ 3.000,00/ha nas áreas que forem colhidos grãos. A venda da lavoura na forma de silagem permite um lucro adicional de R\$ 140,58/ha, além da vantagem agrônômica da antecipação da colheita e a liberação da área para novos plantios.

Pode-se verificar que a lavoura de menor produtividade embora tenha um custo total 24% inferior, o custo por tonelada de matéria seca produzida é 5% maior. Embora os custos operacionais decorrentes da ensilagem tenham sido considerados os mesmos para as duas lavouras, certamente a lavoura de produtividade de 17.333 kg de MS/ha (10.000 kg/ha de grãos) terá um custo ainda menor em virtude da maior eficiência de colheita de forragem por unidade de área.

Também cabe mencionar que no caso da colheita de grãos o custo de produção/saca é bastante elevado quando se tem baixa produtividade. A rentabilidade para a lavoura de 5.000 kg de grãos/ha foi de R\$ 76,20/ha enquanto que para a produtividade de 10.000 kg a rentabilidade foi de R\$ 1.066,55/ha. Esses valores demonstram claramente a viabilidade de se investir na cultura do milho para obtenção de altas produtividades, desde a escolha adequada do híbrido, adubação e tratos culturais. No caso da ensilagem da planta ainda deve-se considerar que quanto maior a produtividade de MS maior será a eficiência de colheita e menor o custo de produção.

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 (Tabela 4). Silagens de maior qualidade nutricional exigirão menores quantidades de ração concentrada na elaboração de dietas para os animais, o que reduz sensivelmente os custos de produção.

Tabela 2. Custos de produção e de base para compra de uma lavoura de milho com produtividade estimada de 5.000 kg/ha.

ORÇAMENTO POR CULTURA	MILHO SILAGEM		MILHO GRÃO	
Itens	R\$/unid.qtde/ha	R\$/ha	R\$/unid.qtde/ha	R\$/ha
Sementes - Pioneer 3021	2,80/mil sts	60.000	168,00	2,80/mil sts 60.000 168,00
Fertilizantes: (extração de NPK)	kg		kg	
N = 25 kg / t = 55 kg uréia / tonelada	0,796	275	218,98	0,796 173 137,96
P = 4,3 kg / t = 49 kg SSP / tonelada	0,481	245	117,81	0,481 218 104,85
K = 18,2 kg / t = 36 kg KCl / tonelada	0,689	180	124,00	0,689 47 32,24
Calcário	0,030	500	15,00	0,030 500 15,00
Transporte de Insumos	10,00	1,26	12,60	10,00 1,00 9,98
Defensivos -	210,83		210,83	
Assistência técnica	33,34		33,34	
TOTAL INSUMOS	900,52		712,16	
Financeiro (9% em 6 meses)	40,52		32,05	
Máquinas, incluindo mão-de-obra	64,83		64,83	
Subsolador - 5 hastes	62,68	1,00	62,68	62,68 -
Remuneração sobre a Terra	300,00	0,67	201,00	300,00 0,67 201,00
CUSTO TOTAL DE IMPLANTAÇÃO	1.269,56		1.010,05	
Colheita, incluindo mão de obra				
Ensiladeira de Milho - 2 linhas	119,64	1,0	119,64	
Hora de Transporte - carreta + trator	43,46	3,0	130,38	
Hora Compactação de Silagem	29,86	1,5	44,79	
Colheitadeira de milho 5 linhas			156,31 1,0	156,31
Carreta Graneleira + Trator			39,80 1,0	39,80
Transporte de Insumos	29,884 ton MV	10,00/ton 5,80		58,00
Custos na cooperativa			159,65	
COLHEITA + ENTREGA	294,82		413,76	
CUSTO TOTAL	1.564,38		1.423,80	

Tabela 2. Custos de produção e de base para compra de uma lavoura de milho com produtividade estimada de 5.000 kg/há (continuação)

ORÇAMENTO POR CULTURA	MILHO SILAGEM	MILHO GRÃO
Itens	R\$/unid. qtde/ha	R\$/unid. qtde/ha
Produção		
Produtividade/ha	8.667 kg Mat Seca	5.000 kg grãos
Produtividade/ha	29.884 kg Mat Verde	
Custo / tonelada matéria seca	180,51	
Custo p/tonelada mat.verde	52,35	
Custo / saco		17,09
Comercialização		
Grãos		18,00/saco 83 1.500,00
Saldo/hectare	76,20	76,20
Silagem	8.667 kg de MS 1.640,58	
R\$/ton MS	189,30	109,37 %

Fonte: EMATER/BATAVO – 2004 (dados não publicados)

Tabela 3. Custos de produção e de base para compra de uma lavoura de milho com produtividade estimada de 10.000 kg/ha.

ORÇAMENTO POR CULTURA	MILHO SILAGEM		MILHO GRÃO	
Itens	R\$/unid.qtde/ha	R\$/ha	R\$/unid.qtde/ha	R\$/ha
Sementes - Pioneer 3021	2,80/mil sts	60.000	168,00	2,80/mil sts 60.000 168,00
Fertilizantes: (extração de NPK)	kg		kg	
N = 25 kg / t = 55 kg uréia / tonelada	0,796	550	437,96	0,796 347 275,91
P = 4,3 kg / t = 49 kg SSP / tonelada	0,481	490	235,62	0,481 436 209,70
K = 18,2 kg / t = 36 kg KCl / tonelada	0,689	360	248,00	0,689 94 64,48
Calcário	0,030	500	15,00	0,030 500 15,00
Transporte de Insumos	10,00	1,96	19,60	10,00 1,44 14,36
Defensivos -	210,83		210,83	
Assistência técnica	33,34		33,34	
TOTAL INSUMOS	1.368,31		991,59	
Financeiro (9% em 6 meses)	61,57		44,62	
Máquinas, incluindo mão-de-obra				
Subsolador - 5 hastes	62,68	1,00	62,68	62,68 -
Remuneração sobre a Terra	300,00	0,67	201,00	300,00 0,67 201,00
CUSTO TOTAL DE IMPLANTAÇÃO	1.758,40		1.302,05	

Tabela 3. Custos de produção e de base para compra de uma lavoura de milho com produtividade estimada de 10.000 kg/ha (continuação).

ORÇAMENTO POR CULTURA	MILHO SILAGEM			MILHO GRÃO		
Itens	R\$/unid.	qtde/ha	R\$/ha	R\$/unid.	qtde/ha	R\$/ha
CUSTO TOTAL DE IMPLANTAÇÃO			1.758,40			1.302,05
Colheita, incluindo mão de obra			64,83			64,83
Ensiladeira de Milho - 2 linhas	119,64	1,0	119,64			
Hora de Transporte - carreta + trator	43,46	3,0	130,38			
Hora Compactação de Silagem	29,86	1,5	44,79			
Colheitadeira de milho 5 linhas				156,31	1,0	156,31
Carreta Graneleira + Trator				39,80	1,0	39,80
Transporte de Insumos	59,769 ton MV			10,00/ton	11,60	116,00
Custos na cooperativa			-			319,29
COLHEITA + ENTREGA			294,82			631,40
CUSTO TOTAL			2.053,22			1.933,45
Produtividade/ha	17.333 kg Mat Seca			10.000 kg grãos		
Produtividade/ha	59.769 kg Mat Verde					
Custo / tonelada matéria seca	118,46					
Custo p/tonelada mat.verde	34,35					
Custo / saco				11,60		
Comercialização						
Grãos				18,00/sac		
Saldo/hectare	1.066,56			o	167	3.000,00
Silagem	17.333 kg de MS		3.119,77			1.066,55
R\$/ton MS			179,99			103,99%

Fonte: EMATER/BATAVO – 2004 (dados não publicados)

Tabela 4. Dados de produtividade e qualidade nutricional de híbridos de milho avaliados na região de Castro – PR.

Híbrido	Produtividade kg/ha		*Digest. da MS	*Ingest. de MS
	MS	Grãos	%	% Peso vivo
P30R50	17.530	11.661	68,2	2,21
P30F53	16.659	11.155	66,8	2,14
P32R21	19.616	11.368	70,1	2,52
P30P70	18.615	11.258	66,9	2,39
P30F33	15.859	10.746	66,9	2,37
P30F98	15.929	9.947	66,3	2,27

* Valores estimados

- Fonte: Fundação ABC – safra 2004 / Parceria Zootecnia UEPG/Pioneer

2.3. Custos de produção e comercialização de silagens pré-secadas

A comercialização de silagens pré-secada se dá na forma de fardos (rolos) envolvidos por filme plástico com peso variando entre 400 e 500 kg, dependendo do teor de matéria seca. As forragens mais comercializadas são as gramíneas de inverno (aveia e azevém), a alfafa e em menor escala algumas gramíneas de verão (tifon e coast cross). Dentre as empresas consultadas em nossa pesquisa verificou-se que em algumas situações, principalmente na região centro-oeste do país, existe um grande desconhecimento dos custos de produção, em especial os custos operacionais, e pouca ou nenhuma preocupação com a qualidade da forragem comercializada. Em virtude da grande variação dos custos de produção de feno e silagens são apresentados na Tabela 5 alguns custos médios relacionados à implantação da lavoura e de colheita de algumas forrageiras. Na Tabela 6 são apresentados custos de mecanização agrícola de alguns equipamentos.

Dentre as empresas especializadas na produção e comercialização de forragens a região de Castro-PR parece ser a que concentra maior número e também as que se mostram mais organizadas do ponto de vista empresarial. Certamente um dos fatores que contribuem para essa especialização é a possibilidade de produção das forragens de inverno, aliada ao alto grau de tecnificação dos produtores dessa região.

As principais formas de se produzir e comercializar silagem pré-secada são as seguintes:

a) O pecuarista compra a área necessária para a produção de forragem e paga ao agricultor, além da extração de NPK, a exemplo do que acontece na compra da lavoura de milho para a silagem, a MS colhida de acordo com a sua qualidade nutricional, estimava através do valor nutricional relativo:

$$\text{VNR} = (\text{DMS} \times \text{IMS}) / 1,29 \text{ onde:}$$

$$\text{DMS (digestibilidade da MS)} = 88,9 (\% \text{FDA} \times 0,0779)$$

$$\text{IMS (Ingestão de MS em \% PV)} = 120 / \% \text{FDN}$$

Tabela 5. Custos de implantação e de colheita de algumas forrageiras

Cultura	Produtividade kg MS/ ha/ano	Custo em Reais				Kg de MS	Ton MV
		Cultura/ha	Colheita/ha	Total/ha			
Sorgo Forrageiro	6300	743,91	0,00	743,91	0,118	19,07	
Milheto	6300	672,31	0,00	672,31	0,107	17,24	
Papua (Braquiária)	5000	513,07	0,00	513,07	0,103	16,44	
Aveia	4000	553,28	0,00	553,28	0,138	19,08	
Tifton 85	13000	1045,21	0,00	1045,21	0,080	6,30	
Alfafa	12000	1049,38	0,00	1049,38	0,087	11,41	
Azevém	5000	719,05	0,00	719,05	0,144	17,33	
Azevem (pré secada)	5500	674,25	864,20	1538,45	0,157	19,20	
Sorgo (corte verde)	7000	722,16	290,00	1012,16	0,145	22,49	
Aveia (pré secada)	5000	545,68	452,40	998,08	0,200	33,27	
Silagem triticale	7500	643,82	430,95	1074,77	0,143	42,99	
Milheto (corte verde)	7000	712,87	265,00	977,87	0,140	21,73	
Alfafa (pré secada)	13000	1049,38	941,80	1991,18	0,153	53,10	

Fonte: Fundação ABC – Faz. Capão Alto (outubro – 2004)

Tabela 6. Custos de Mecanização Agrícola (em reais)

Equipamento	Preço Médio	Manutenção /hora	Custo /hora	Custo /ha
Trator < 70 cv/4R	79.567,00	6,60	28,90	
Trator 71-90cv/4R	89.500,00	6,70	32,10	
Trator 110-120 cv/4R	138.567,00	13,90	51,70	
Carreta Agrícola 4 rodas	4.354,00	0,70	3,10	
Distr. Fert. Pendular	2.689,00	1,40	3,90	6,00
Distr. Calcáreo 5000 kg	13.197,00	5,30	17,40	17,10
Pulverizador 2000 l	40.909,00	8,20	21,70	4,30
Ensiladeira 1 linha	10.758,00	4,30	12,00	81,10
Ensiladeira 2 linhas	19.663,00	7,90	17,80	69,10
Enleiradeira	12.585,00	3,10	12,10	22,80
Segadeira	25.000,00	10,00	27,20	35,80
Condicionadora				
Enfardadeira	41.555,00	12,50	40,00	
Enfardadeira rolo (R\$/rolo)	40.577,00	4,10	15,20	3,50
Empacotadeira rolo (R\$/rolo)	27.765,00	2,80	10,40	3,60

Fonte: Fundação ABC (2004)

Valor da forragem em litros de leite/kg de MS com base no VNR

Qualidade	excelente	1	2	3	4	5
Valor (l/kg MS)	0,533	0,471	0,440	0,348	0,286	0,224

O pagamento poder ser parcelado conforme acordado entre as partes.

b) O produtor de forragem pré-secada, para comercialização na forma de rolos, compra a área do agricultor pagando-lhe, em valores atuais, R\$ 35,00/rolo produzido (rolos de $\pm$ 400kg, com 40% de MS);

c) O produtor de forragem produz os rolos na área do agricultor ou mesmo do pecuarista, cobrando pelos serviços o equivalente a 50% do total produzido. Nesse caso a vantagem, principalmente pelo pecuarista, é que a silagem que não for utilizada pode ser revendida;

3. CORTE DIRETO E ENSILAGEM

Este procedimento consiste no corte e repicagem da forragem, utilizando um único maquinário, que é ensilada em seguida. Este sistema tem sido de uso crescente, principalmente para a ensilagem de gramíneas tropicais cespitosas, por ter um custo reduzido em virtude da eliminação de operações como espalhamento e viragem. O substrato empregado para elevar o conteúdo de MS da forragem ensilada (polpa cítrica, milho moído, etc) também eleva a valor nutricional da forragem e é considerado posteriormente na elaboração da dieta para os animais.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com relação ao levantamento de custos na produção de forragem conservada observa-se que esta prática é muito rara entre os pecuaristas. Da mesma forma são raras as fontes de informações de órgãos de pesquisa ou extensão que forneçam subsídios como custo de uso de implementos e formas de estimativa de custo das áreas de lavoura e pastagens.

A comercialização de forragens é uma prática crescente, principalmente entre produtores de leite que analisam sua atividade de forma empresarial, onde se busca o retorno financeiro sobre todo o capital investido. Esta prática exclui limitações de aumento de produção ou de produtividade em propriedades de diferentes extensões de área, de tamanho de rebanho ou de maquinário disponível.

O mercado de trabalho dispõe de poucos técnicos com conhecimentos suficientes para atender a demanda por informações e assistência nas áreas de levantamento de custos na produção de volumosos e análise de viabilidade econômica de sistemas de produção.

5. LITERATURA CITADA

Fundação ABC. Disponível em www.fundacaoabc.com.br Acessado em 20 de outubro de 2004.