

# SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS



## EDITORES

Clóves Cabreira Jobim  
Ulysses Cecato  
Júlio César Damasceno  
Geraldo Tadeu dos Santos



FUNDAÇÃO  
ARAUCÁRIA



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS / DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

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

**S**

## **EDITORES**

**Clóves Cabreira Jobim**

**Ulysses Cecato**

**Júlio César Damasceno**

**Geraldo Tadeu dos Santos**

Universidade Estadual de Maringá

Departamento de Zootecnia

Maringá-PR - Brasil

2001

## 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

## FICHA CATALOGRÁFICA

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

Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens  
Conservadas (2001 : Maringá)  
S612a Anais do Simpósio Sobre Produção e Utilização de  
Forragens Conservadas / editores Clóves Cabreira Jobim...  
[et al.]. – Maringá : UEM/CCA/DZO, 2001.  
319 p.

1. Forragens conservadas - Produção e utilização.  
2. Agroindústria - Utilização de resíduos. 3. Leite - Custo  
de produção - Sistema a pasto ou confinado. 4. Dietas  
suplementadas - Estimativa de consumo - Técnica de *n*-alcanos.  
I. Jobim, Clóves Cabreira, ed. II. Cecato, Ulysses, ed. III.  
Damasceno, Julio Cesar, ed. IV. Santos, Geraldo Tadeu dos,  
ed. V. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências  
Agrárias. Departamento de Zootecnia. VI. Título.

CDD 21.ed. 636.086  
CIP-NBR 12899

Glaucia Volponi de Souza CRB 9/948

# SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS

## Coordenação:

Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim (ccjobim@uem.br)  
Prof. Dr. Geraldo Tadeu dos Santos (gtsantos@uem.br)  
Prof. Dr. Júlio César Damasceno (jcdamasceno@uem.br)  
Prof. Dr. Ulysses Cecato (ucecato@uem.br)

## Comitê Científico

Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim (DZO-UEM)  
Prof. Dr. Geraldo Tadeu dos Santos (DZO-UEM)  
Prof. Dr. Júlio Cesar Damasceno (DZO-UEM)  
Prof. MSc. Marcos Weber do Canto (DZO-UEM)  
Prof. Dr. Ulysses Cecato (DZO-UEM)  
M.Sc. Elir de Oliveira (Doutorando-PPZ)  
M.Sc. Elisa Cristina Modesto (Doutorando-PPZ)  
M.Sc. Fabíola Cristina Rego (Doutorando-PPZ)  
M.Sc. Geane Dias Gonçalves (Doutorando-PPZ)

# 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-UEM  
Grupo de Pesquisa Silagem-Feno (UEM.LG 0102)  
Cadeia Produtiva do Leite - Rede Sul de Pesquisa (CNPq - Proc. Nº 520954/99-8)

## **Apoio:**

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)  
Fundação Araucária  
Associação Paranaense dos Estudantes de Zootecnia (APEZ)  
Comissão Paranaense de Avaliação de Plantas Forrageiras (CPAF)  
Grupo PET-Zootecnia, UEM, Maringá  
Zoojúnior-UEM

## **PREFÁCIO**

---

*Para obter-se sucesso no uso de forragens conservadas como feno ou silagem é necessário o emprego de tecnologia adequada e correta estratégia de utilização. Portanto, acreditamos que a segurança em qualquer modalidade de exploração animal (carne e/ou leite), somente é obtida quando há planejamento para dispor de quantidade e qualidade de forragem em períodos críticos do ano. 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 pasto e/ou confinado.*

*Diante disso, torna-se evidente que no Brasil há crescente exigência na eficiência dos processos produtivos primários. A comunidade científica não pode ficar alheia em relação a estas demandas, devendo conduzir pesquisas que garantam ao produtor eficiência na exploração e sustentabilidade dos sistemas de utilização das pastagens. Assim sendo, os assuntos abordados foram definidos com objetivo de gerar informações que possam servir de subsídios para implementação de novas linhas de pesquisa ou fortalecimento de linhas já existentes, além de proporcionar aos participantes oportunidade de debater assuntos pontuais em relação a conservação de forragens.*

OS EDITORES

## SUMÁRIO

---

1. Técnicas para produção e conservação de fenos de forrageiras de alta qualidade ..... 01  
*Ricardo Andrade Reis, Andréia Luciane Moreira, Márcio dos Santos Pedreira*
2. Uso de amônia anidra e de uréia para melhorar o valor alimentício de forragens conservadas ..... 40  
*Beneval Rosa, Rossala Fadel*
3. Produção de silagem pré-secada com forrageiras temperadas e tropicais ... 64  
*João Ricardo Alves Pereira, Ricardo Andrade Reis*
4. Impacto do uso de aditivos e/ou inoculantes comerciais na qualidade de conservação e no valor alimentício de silagens ..... 87  
*Ciniro Costa, Alda Lúcia Gomes Monteiro, Dirlei Antonio Berto, Gercílio Alves de Almeida Júnior, Ana Beatriz Rocha de Castro Lopes*
5. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho ..... 127  
*Luiz Gustavo Nussio, Fábio Prudêncio de Campos, Francisco Nogueira Dias*
6. Utilização de silagem de grãos de cereais na alimentação animal ..... 146  
*Clóves Cabreira Jobim, Ulysses Cecato, Marcos Weber do Canto*
7. Utilização de silagem de girassol na alimentação animal ..... 177  
*Antônio Ricardo Evangelista, Josiane Aparecida de Lima*
8. Custo de produção de leite segundo o sistema de produção a pasto ou confinado ..... 218  
*Duarte Vilela, João Cesar de Resende*
9. Qualidade sanitária de grãos e de forragens conservadas “versus” desempenho animal e qualidade de seus produtos ..... 242  
*Clóves Cabreira Jobim, Geane Dias Gonçalves, Geraldo Tadeu dos Santos*

10. Silagens alternativas de resíduos agro-industriais ..... 262  
*Geraldo Tadeu dos Santos, Luís Carlos Vinhas Ítavo,  
Elisa Cristina Modesto, Clóves Cabreira Jobim, Júlio César Damasceno*
11. Estimação do consumo em ruminantes alimentados com dietas  
suplementadas, com o uso da técnica de *n*-alcanos ..... 286  
*Júlio Cesar Damasceno, Cristiano Côrtes, Geraldo Tadeu dos Santos,  
Ulysses Cecato, Nelson Massaru Fukumoto*
12. Utilização da cana-de-açúcar, da pupunha e do abacaxi,  
conservados ou não, para ruminantes ..... 300  
*Ulysses Cecato, Fabíola Cristina Rego, Clovenilson Cláudio Cano,  
Marcos Weber do Canto*

## TÉCNICAS PARA PRODUÇÃO E CONSERVAÇÃO DE FENOS DE FORRAGEIRAS DE ALTA QUALIDADE

**Ricardo Andrade Reis<sup>1</sup>**  
**Andréia Luciane Moreira<sup>2</sup>**  
**Márcio dos Santos Pedreira<sup>3</sup>**

### 1. Introdução:

É fato reconhecido que a forragem disponível nas pastagens, durante o período seco, não contém todos os nutrientes essenciais, na proporção adequada, para atender integralmente as exigências dos animais em pastejo.

Desta forma, é de suma importância a produção de forragem de alta qualidade para a confecção de fenos de elevado valor nutritivo durante o verão, resultando em eficiente utilização deste recurso forrageiro para suprir as deficiências quantitativas e qualitativas observadas durante o período de seca.

Para produzir um feno de alta qualidade algumas condições devem ser observadas: uma forragem de boa qualidade deve ser colhida e seca com um mínimo de perdas de nutrientes.

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 e ao sistema de armazenamento empregado.

O feno é um dos mais versáteis sistemas de conservação de forragem, pois desde que protegido adequadamente durante o armazenamento, apresenta as seguintes vantagens: pode ser armazenado pôr longos períodos com pequenas alterações no valor nutritivo (VN), grande número de espécies forrageiras podem ser usadas no processo, o feno pode ser produzido e utilizado em grande e pequena escala, pode ser colhido

<sup>1</sup> Professor da FCAV/UNESP – Jaboticabal – SP, Pesquisador do CNPq. E-mail: rareis@fcav.unesp.br  
<sup>2</sup> Doutoranda da FCAV/UNESP – Jaboticabal – SP, Bolsista da FAPESP. E-mail: aluciane@fcav.unesp.br  
<sup>3</sup> Doutorando da FCAV/UNESP – Jaboticabal – SP, Prof. UESB/Itapetininga. E-mail: pedreira@fcav.unesp.br

armazenado e fornecido aos animais manualmente ou num processo inteiramente mecanizado, e pode atender o requerimento nutricional de diferentes categorias animais.

## 2. Processo de desidratação da forragem

Segundo ROTZ (1995) a forragem ao ser cortada para fenação contém de 70 a 80% de umidade, isto é 2,3 a 5,6 partes de água para cada parte de MS. Quando a forragem é cortada e espalhada no campo para secar há uma súbita interrupção da transpiração (HARRIS e TULLBERG, 1980). A supressão do suprimento de água pelas raízes e uma evaporação contínua da superfície foliar levam ao pré-murchamento, secagem e morte das células. Durante a secagem alguma atividade enzimática prossegue e nutrientes podem ser perdidos. Assim, quanto mais rapidamente ocorrer a secagem, e consequentemente a morte das células menor será a perda de valor nutritivo.

Uma vez transformada em vapor, a água se move da planta para o ambiente, seguindo o princípio da difusão da umidade. A difusão é controlada pelo gradiente de pressão de vapor entre a superfície do vegetal e o ambiente, sendo influenciada, principalmente pela temperatura e a seguir pelo teor de água da planta (HARRIS e TULLBERG, 1980).

A curva de secagem das plantas forrageiras apresenta formato tipicamente exponencial (Figura 1), de tal forma que cada unidade adicional de perda de água, requer maior tempo. Embora o padrão de perda de água em condições constantes de ambiente seja uniforme, o período de secagem pode ser convenientemente dividido em três fases, as quais diferem na duração, na taxa de perda de água e na resistência a desidratação (MACDONALD e CLARK, 1987).

A primeira etapa de secagem é rápida e envolve intensa perda de água, nesta fase os estômatos permanecem abertos e o déficit da pressão de vapor entre a forragem e o ar é alto e a perda de água pode chegar a 1 g/g de MS/hora. De fato, COSTA e GOMIDE (1991) avaliaram a taxa de secagem dos capins *Andropogon gayanus*, *Brachiaria decumbens*, *Hyparrhenia rufa*, *Melinis minutiflora* e *Panicum maximum*, ceifados com oito e doze semanas de crescimento, em condições de câmara climática e de campo, e observaram maior taxa de secagem na fase inicial, ou seja, nas primeiras nove horas na câmara climática e três horas no campo.

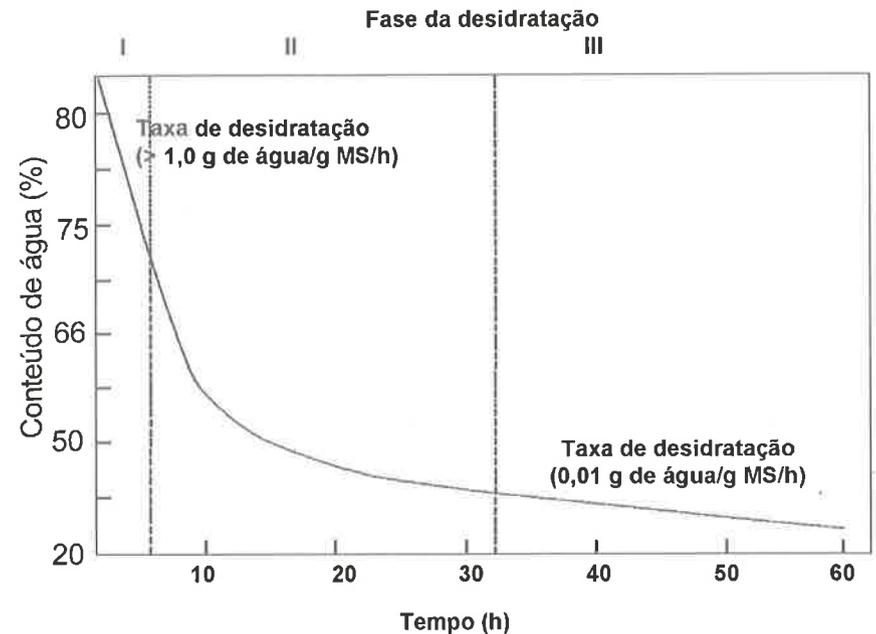


Figura 1. Curva de secagem de plantas forrageiras em condições ambientais uniformes. Fonte: JONES e HARRIS, 1979.

Da mesma forma, FERRARI JUNIOR et al. (1993) observaram maior taxa de secagem na fase inicial (2 horas), ao avaliarem a velocidade de perda de água do capim coast-cross (*Cynodon dactylon*), em estufa.

Durante o processo de secagem, quando a forragem é enleirada, a progressiva perda de água e o sombreamento, promovem o fechamento dos estômatos, resultando em aumento na resistência à desidratação (HARRIS e TULLBERG, 1980). Embora, os estômatos se fechem em aproximadamente 1 hora após o corte, ou quando as plantas possuem de 65 a 70% de umidade, de 20 a 30% do total de água é perdido nesta primeira fase da secagem (MACDONALD e CLARK, 1987).

Numa segunda fase de secagem, após o fechamento dos estômatos, a perda de água acontece via evaporação cuticular. Assim, a estrutura das folhas, as características da cutícula e a estrutura da planta afetam a duração desta fase de secagem. A resistência cuticular e a camada limitrofe do tecido vegetal com o ambiente tornam-se as principais barreiras a perda de água (HARRIS e TULLBERG, 1980; MACDONALD e CLARK, 1987).

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

Embora o metabolismo da planta tenha se reduzido na terceira fase de desidratação, a forragem torna-se susceptível aos danos causado pelo meio ambiente, tais como reumedecimento, lixiviação e queda de folhas. Esta fase continua até a forragem atingir teor de água adequado, o qual permite o armazenamento do feno sem a continuação dos processos metabólicos da planta e de microrganismos.

## 2.1. Fatores que interferem na desidratação

### Fatores climáticos

Os fatores climáticos e o solo constituem o ambiente para a secagem da forragem no campo. Os fatores climáticos exercem efeito acentuado na secagem, mas as propriedades do solo também têm influência no processo. As principais variáveis a serem consideradas em relação ao clima são: radiação solar, temperatura, umidade do ar e velocidade do vento. As altas correlações entre estas variáveis, torna difícil estabelecer quais os efeitos isolados de cada uma sobre a taxa de secagem (ROTZ, 1995).

A umidade relativa (UR) do ar é um dos principais fatores ambientais que exerce influência na perda de água da forragem desidratada a campo (RAYMOND et al., 1991).

De acordo com MAcDONALD 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%, mas o tempo de secagem se prolongou para 47 horas, ou seja quase o dobro, quando a UR foi de 70%.

Desta forma, é de suma importância o conhecimento da previsão de chuvas, pois o risco de ocorrência de condições desfavoráveis à secagem é grande durante o verão no Brasil Central. Tem-se que 50% dos dias de verão nesta região, apresentam condições apropriadas para a desidratação, ou seja, UR baixa, temperatura elevada e ocorrência de ventos.

Um fator que exerce influencia acentuada na perda de água da forragem é a umidade de equilíbrio. Segundo COLLINS (1995) e ROTZ (1995) a umidade de equilíbrio é aquela que a planta obtém, quando é colocada em um ambiente com temperatura, umidade e radiação constantes pôr um período de tempo indefinido. Esta umidade é primeiramente relacionada com o ambiente e posteriormente com a planta.

Considerando que o feno é higroscópico, ou seja, absorve água do ambiente, a UR também influencia a umidade de equilíbrio da forragem, afim de atingir valores adequados para o armazenamento (Tabela 1).

Tabela 1. 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., 1991.

A radiação solar tem sido identificada como o principal fator ambiental que influencia a desidratação de gramíneas e de leguminosas e consequentemente, está associada à taxa de secagem das forrageiras (HARRIS e TULLBERG, 1980). Além disto, deve-se considerar a influência acentuada da umidade relativa do ar, da evapotranspiração potencial (ETP) ou déficit de pressão de vapor (DPV), da temperatura, dos ventos e da umidade do solo (REES, 1982; ROTZ, 1995).

### Fatores inerentes à planta

A superfície das plantas é coberta pôr uma camada de proteção denominada epiderme, cuja porção externa é uma cutícula cerosa que é relativamente impermeável. A função desta cobertura, inclui a prevenção de danos físicos e diminui as perdas de componentes da planta pôr lixiviação e excessiva perda de umidade (HARRIS e TULLBERG, 1980; ROTZ, 1995).

Os fatores relativos à planta que afetam a taxa de secagem, segundo ROTZ (1995) são o conteúdo de umidade inicial da planta e características

físicas da forragem.

Inúmeros fatores relacionados à estrutura das plantas influenciam a taxa de perda de água como a razão de peso de folha, a relação folha/caule, a espessura e o comprimento do caule, a espessura da cutícula e a densidade de estômatos (MACDONALD e CLARK, 1987).

COSTA e GOMIDE (1991) observaram correlação alta e positiva entre taxa de secagem de capins tropicais e a razão de peso de folha, pôr outro lado o comprimento dos caules apresentou efeito prejudicial à desidratação (Tabela 2).

É fato reconhecido que existem diferenças na taxa de secagem de plantas forrageiras, mesmo quando fenadas em condições climáticas semelhantes. Segundo COSTA e GOMIDE (1991) o capim jaraguá apresentou maior taxa de secagem, enquanto o capim braquiária decumbens o menor valor, e os capins andropogon, gordura e colômbio valores intermediários, quando desidratados em câmara climática ou no campo. De acordo com esses autores foram observados tempos de secagem para se atingir a umidade final de 38,0; 30,4; 29,7; 28,8 e de 18,3 horas, respectivamente, para os capins braquiária decumbens, andropogon, gordura, colômbio e jaraguá. Os dados destes autores evidenciam a maior velocidade de secagem das plantas colhidas com oito semanas, quando comparadas àquelas com doze semanas de crescimento.

ALCÂNTARA et al. (1999) avaliando a aptidão de diferentes espécies forrageiras para a produção de feno, em função da velocidade de secagem, concluíram que aos 28 dias de rebrota, e com um mesmo conteúdo de umidade o capim brizantha (*Brachiaria brizantha*) perdeu água mais rapidamente do que o capim coast-cross seguido pelo capim aruana (*Panicum maximum*). Pôr outro lado, aos 42 dias de rebrota o capim coast-cross foi desidratado mais rapidamente, seguido dos capins aruana e brizantha, sendo explicado pelo fato desta forrageira apresentar menor diâmetro médio dos caules, comparado aos demais capins.

Em relação à proporção de caule, é importante considerar que a transferência de água desta fração para as folhas é um fator importante relacionado a velocidade de secagem, principalmente em leguminosas e gramíneas colhidas na fase reprodutiva. A aplicação de tratamentos mecânicos nos caules, como o condicionamento, resulta em altas taxas de secagem, sendo vantajoso, mesmo se a perda de água do caule via folha for reduzida (ROTZ, 1995, ROTZ, 2001). É fato reconhecido que folhas de

alfafa secam mais rapidamente do que os caule mais espessos e essa secagem mais rápida das folhas contribui para a destruição e perda mecânica dos tecidos foliares mais nutritivos (HARRIS e TULLBERG, 1980).

Tabela 2. Coeficientes de regressão linear simples entre a perda de água das plantas e características morfológicas de gramíneas tropicais.

	Idade em semanas		
	8	12	8-12
Razão de peso de folhas (g/g)	0,983	0,972	0,948
Comprimento dos caules (cm)	-0,988	-0,839	-0,780
Diâmetro dos caules (mm)	0,172	0,659	0,433
Comprimento das folhas (cm)	0,889	0,836	0,751
Largura das folhas (cm)	-0,051	0,003	-0,056
Área de folhas (cm <sup>2</sup> /folha)	0,638	0,604	0,611
Área de folha (cm <sup>2</sup> /perfilho)	0,559	0,604	0,379
Área específica de folhas (dm <sup>2</sup> /g)	-0,338	-0,425	-0,403

Fonte: COSTA e GOMIDE, 1991.

Além deste aspecto, é importante considerar que plantas de crescimento prostrado, como os capins do gênero *Cynodon*, apresentam alta relação folha/caule, e são recomendados para a produção de feno, em função de seu alto VN e facilidade de secagem.

Ao avaliarem o capim coast-cross para fenação FERRARI JUNIOR et al. (1993) observaram valores de 53; 42; 41 e de 37% de folhas nas plantas colhidas, respectivamente aos 42, 56, 70 e 84 dias de rebrota.

## Fatores de manejo

### Corte

As plantas forrageiras têm características morfofisiológicas que demandam diferentes alturas de corte. De maneira geral, os capins de crescimento prostrado como aqueles dos gêneros *Brachiaria*, *Cynodon*, *Digitaria* podem ser cortados de 10 a 15 cm, enquanto plantas de crescimento ereto como *Avena*, *Hyparrhenia*, *Panicum* as alturas de corte são de 20 a 30 cm. Em termos de leguminosas, como a alfafa a altura de corte esta relacionada à preservação da coroa, normalmente utiliza-se 8 a 10 cm do nível do solo.

Pôr muitos anos, as segadeiras de barra têm sido utilizadas, principalmente pôr serem máquinas simples e baratas. A desvantagem desse equipamento é que apresenta baixa velocidade de operação além de promover dilaceração do caule, o que prejudica a rebrota das plantas, reduzindo a persistência do 'stand' (ROTZ, 2001).

As segadeiras de disco giratório desenvolvem maior velocidade, sendo que o seu desempenho é limitado pela habilidade do operador. A desvantagem desta máquina é o seu alto custo de operação, pois requer quatro vezes mais potência para operação. Portanto, um trator mais potente deve ser utilizado e mais combustível pode ser consumido. Pôr outro lado, com o trabalho desenvolvido em maior velocidade tem-se menor tempo de operação e de utilização do trator.

Segadeiras com tambores giratórios apresentam algumas desvantagens comparadas às demais, pois requerem duas vezes mais potência comparada com as de disco. Além disto, em decorrência do corte desuniforme, tem-se secagem heterogênea nas leiras.

Uma avaliação geral evidencia que nenhum dos tipos de segadeira apresenta uma vantagem acentuada sobre outra, portanto qualquer delas pode ser usada na fenação, sendo o fator de decisão o custo de aquisição e manutenção das mesmas (ROTZ, 2001).

As roçadeiras não devem ser utilizadas no processo, pois além de dilacerarem o caule, picam a forragem, o que dificulta o recolhimento, resultando em substancial perda de matéria seca.

A utilização de segadeiras condicionadoras que promovem o esmagamento do caule, acelera a taxa de secagem, pois aumenta a perda de água através desta fração, reduzindo pela metade o tempo de secagem de plantas forrageiras devido ao aumento da perda de água via caule (RAYMOND et al., 1991; ROTZ, 1995).

HINTZ et al. (1999) verificaram diferentes teores de umidade e tempo para que ocorresse a morte celular em plantas de alfafa quando submetidas à ceifa e maceração (Figura 2). Pode se observar na Figura 2 menor tempo de vida celular e maior taxa de secagem das plantas maceradas, pelo fato do rompimento da cutícula cerosa e ruptura da haste com o processo de maceração, permitindo a evaporação de água da planta mais rapidamente.

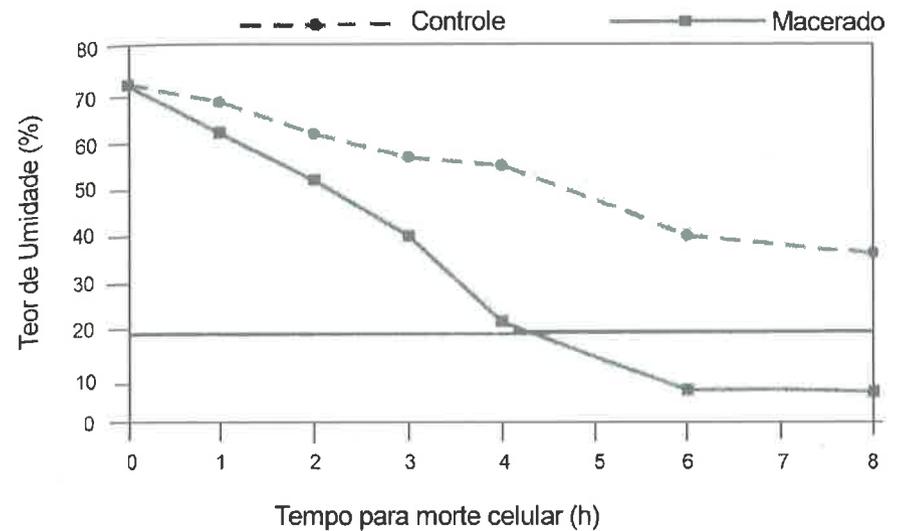


Figura 2. Taxa de desidratação das leiras de alfafa com e sem maceração da forragem ceifada.

Adaptado de HINTZ et al. (1999).

Recentemente, tem sido utilizado condicionadores químicos, mantendo os estômatos abertos mediante aplicação de produtos que aceleram a taxa de secagem das plantas. De acordo com MACDONALD e CLARK (1987) a adição de fusicoccina (uma toxina produzida pelo fungo *Fusicoccum amygdali* Del.), de quinetina e de azida sódica, retarda o processo de fechamento dos estômatos, acelerando a taxa de secagem.

A aplicação de produtos químicos, com a finalidade de alterar a estrutura da epiderme, como pôr exemplo o carbonato de potássio ou de sódio, dos herbicidas dissecantes dinoseb, endothal e diquat podem resultar em maior taxa de secagem de plantas forrageiras, uma vez que promovem redução na resistência cuticular e a perda de água (MEREDITH e WARBOYS, 1993).

#### Manuseio da forragem no campo

O propósito dos tratamentos mecânicos é acelerar a taxa de secagem devido causarem uma ruptura das células, aumentando a quantidade

de energia solar e de vento que atingem a superfície da forragem cortada, promovendo a remoção da umidade (ROTZ, 1995, 2001).

A colheita da forragem com VN adequado, ou seja, com elevada proporção de folhas tenras, resulta em leiras mais pesadas do que aquelas de plantas que possuem maior percentagem de caules, desta forma, apresentam maior dificuldade para circulação de ar, aumentando a resistência à perda de água.

A altura de corte influencia a porção de caule remanescente, determinando a intensidade do contato da forragem com o solo, influenciando a circulação de ar na base da leira. As leiras produzidas pela maioria das segadeiras são compactas e altas, e considerando que a resistência da leira, na fase inicial de secagem é o principal fator que limita a perda de água, a taxa de desidratação pode ser aumentada após o uso dos ancinhos. Assim, a perda de água na segunda fase de secagem pode ainda ser rápida reduzindo a compactação da leira com viragens e revolvimento através do uso de ancinhos (ROTZ, 2001).

O uso freqüente de ancinhos pode ser mais eficiente quando o conteúdo de água da leira varia de 66 a 50%. Durante esta fase, a forragem na superfície seca rapidamente, enquanto dentro da leira a desidratação é lenta. Assim, cada movimentação da leira proporciona condições apropriadas para a secagem. Além disto, com a forragem tornando-se mais leve devido à perda de água, uma nova ação do ancinho propicia leiras mais abertas, com menor resistência a desidratação. Com o conteúdo de água abaixo de 50% a leira entra em um estágio onde o uso do ancinho não é tão eficiente. Tal fato ocorre, pois nessa fase a taxa de secagem é mais influenciada pela resistência da planta do que pelas estruturas da leira. Nesta fase a umidade de equilíbrio entre o ambiente e a planta assume importância no processo (RAYMOND et al., 1991). Quando a umidade da forragem é de 28% a cultura não secará mais se a UR próxima ou dentro da leira for maior que este valor.

No processo de secagem da forragem no campo, o topo da leira se desidrata primeiro do que a base. Desta forma, a manipulação da leira pode acelerar e uniformizar a secagem, através do revolvimento da forragem mais úmida colocando-a na camada superior, onde ocorre a secagem mais rápida e também do espalhamento, aumentando a superfície de contato com o ambiente (ROTZ, 2001).

O uso de ancinhos para promover a inversão das leiras não se

aplica em leguminosas, contudo, são benéficos, após chuvas, ou quando as condições de secagem são inadequadas (ROTZ, 1995).

MACDONALD 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. Perdas de folhas causadas pelo uso de ancinhos variam de 1 a 3% em gramíneas, mas podem atingir valores de até 35% na fenação de leguminosas.

### 3. Fatores que interferem no valor nutritivo do feno

O valor nutritivo do feno é o resultado das inter-relações que ocorrem entre inúmeros fatores, sendo os mais importantes aqueles relacionados com as plantas, com o processamento a campo e com as condições de armazenamento.

#### 3.1. Fatores relacionados à planta

As espécies forrageiras apresentam grande variação no valor nutritivo, mesmo quando se desenvolvem nas mesmas condições ambientais. As alterações no VN ocorrem em decorrência da diversidade genética das plantas e as interações com o ambiente e com o manejo.

Leguminosas, normalmente apresentam maior qualidade comparada com gramíneas, mas dentro de cada grupo de plantas há uma grande variação no VN. Quando ambas são colhidas no estágio de desenvolvimento adequado, as leguminosas apresentam maiores conteúdos de proteína bruta, de minerais, de vitaminas, valores mais altos de digestibilidade da matéria seca e taxa de digestão (Figura 3). De fato, em um estudo desenvolvido para se avaliar o VN de fenos, MOREIRA et al. (2001) encontraram um maior teor de proteína bruta (18,2%) e menor valor de FDN (51,0%) para o feno de alfafa e um comportamento inverso para o de capim coast-cross, 10,5% de proteína bruta e 76,0% de FDN, comprovando a melhor qualidade da leguminosas quando comparada às gramíneas.

As gramíneas de clima temperado apresentam melhor qualidade, quando comparadas com as de clima tropical (Figura 3). Ao comparar o valor nutritivo de gramíneas, MINSON (1990) relatou que a média de

digestibilidade daquelas de clima temperado foi 13g/kg de MS maior quando comparadas às tropicais

A análise da Figura 3 evidencia que as leguminosas e as gramíneas de clima temperado apresentam maior concentração de conteúdo celular de alta digestibilidade, em relação às gramíneas de clima tropical.

A concentração de fibra em detergente neutro de gramíneas tropicais é usualmente duas vezes maior do que as das leguminosas (SANDERSON e WEDIN, 1989). Todavia, a parede celular das gramíneas é mais digestível, pois apresentam menores teores de lignina (Figura 3). Cumpre salientar que a porção lignificada da parede celular das leguminosas concentra-se nos caules, enquanto as folhas apresentam elevadas concentrações de conteúdo celular.

Além dos aspectos enumerados, deve ser considerado que para a produção de fenos de alta qualidade, é de suma importância o controle de plantas invasoras. Estas plantas, normalmente afetam o VN dos fenos, pois apresentam baixa digestibilidade e aceitabilidade. Além disto, algumas podem ser tóxicas, ou conter espinhos o que causa sérios danos aos animais que consomem estes fenos.

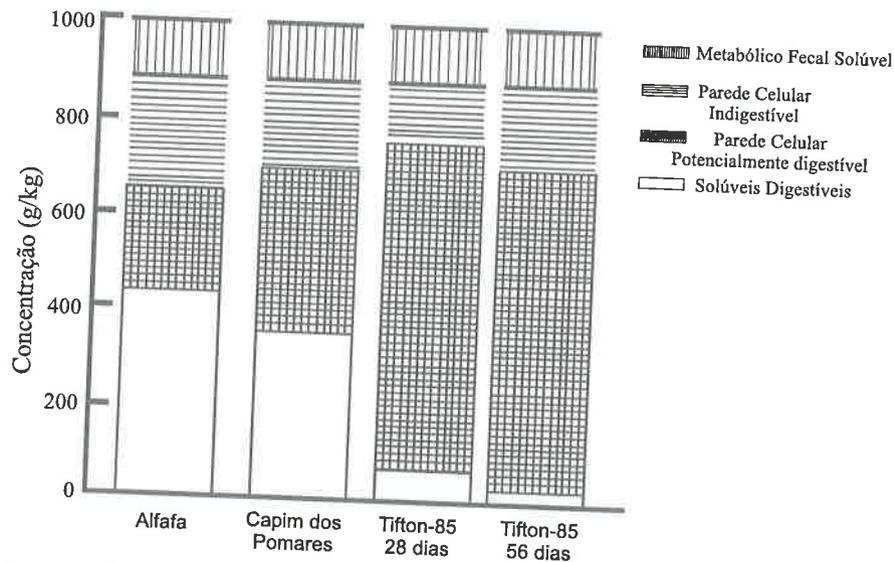


Figura 3. Digestibilidade in vitro da matéria orgânica de alfafa, capim dos pomares e capim tifton-85 com 28 e 56 dias de rebrota.

Fonte: Adaptado de WALDO e JORGENSEN, 1981 e RIBEIRO et al., 2001.

### 3.2. Fatores ambientais

O potencial genético para a produção de forragem de alta qualidade em uma espécie forrageira pode ser afetado pelas condições ambientais, pois de maneira geral as condições que resultam em incremento na produção de matéria seca, redundam em decréscimo no VN (VAN SOEST, 1994).

Obviamente, o ambiente não só inclui os fatores climáticos (abióticos), mas também os bióticos, ou seja, o pastejo, as pragas e as doenças, além da aplicação de fertilizantes e queimadas, que tem efeito sobre a produção e qualidade da forragem.

Variações climáticas, principalmente da temperatura durante a estação de crescimento, podem causar alterações na qualidade da forragem. Os valores mais baixos de digestibilidade das espécies de clima tropical podem ser atribuídos aos efeitos das temperaturas mais elevadas que promovem rápido desenvolvimento das plantas, diminuindo a relação folha/caule e aumentando os conteúdos de constituintes da parede celular, principalmente lignina (WILSON et al., 1983).

As deficiências de umidade causam paralisação do crescimento e morte da parte aérea das forrageiras, limitando a produção animal em função da baixa qualidade e quantidade da forragem disponível. Deficiências hídricas amenas que reduzem o crescimento, retardam a formação de caules podendo resultar em plantas com maior proporção de folha e de maior VN (VAN SOEST, 1994).

O déficit hídrico também exerce função marcante sobre as células das plantas, pois quase todo processo metabólico depende da água. Entretanto o estresse hídrico tem maior efeito no crescimento e desenvolvimento que na qualidade das plantas, e muitos dos efeitos causados pelo estresse moderado podem ser positivos, pôr atrasar a maturação.

PACIULLO et al. (1999) na tentativa de associar a proporção de tecidos e a espessura da parede celular com a qualidade nutricional de espécies forrageiras crescendo sob diferentes quantidades de umidade do solo, não observaram variações na proporção de tecidos e umidade do solo (14,74; 17,73 e 24,08% de água no solo, correspondentes às condições de deficiência hídrica severa, moderada e à capacidade de campo, respectivamente). Os autores observaram resposta linear negativa quanto à espessura da parede celular do esclerênquima em relação às quantidades de umidade do solo (Figura 4), sendo considerada uma característica negativa.

Foi demonstrada relação negativa entre a espessura da parede celular do esclerênquima e a digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca das plantas forrageiras.

Além destes aspectos, é importante reportar que a fertilidade do solo exerce influência sobre a produção e valor nutritivo de plantas forrageiras. A disponibilidade de nutrientes no solo afeta o VN das forrageiras, permitindo que as plantas absorvam elementos químicos essenciais aos animais e aumentando a produção de forragem de alta qualidade pelo estímulo do crescimento.

Quantidades adequadas de calcário, nitrogênio, fósforo, potássio e microelementos são necessários para garantir altas produções de forragem, e manter a persistência das plantas desejáveis no ‘stand’ pôr longos períodos. A avaliação periódica da fertilidade do solo auxilia na determinação das quantidades de corretivos e fertilizantes a serem aplicados, garantindo o retorno econômico do investimento.

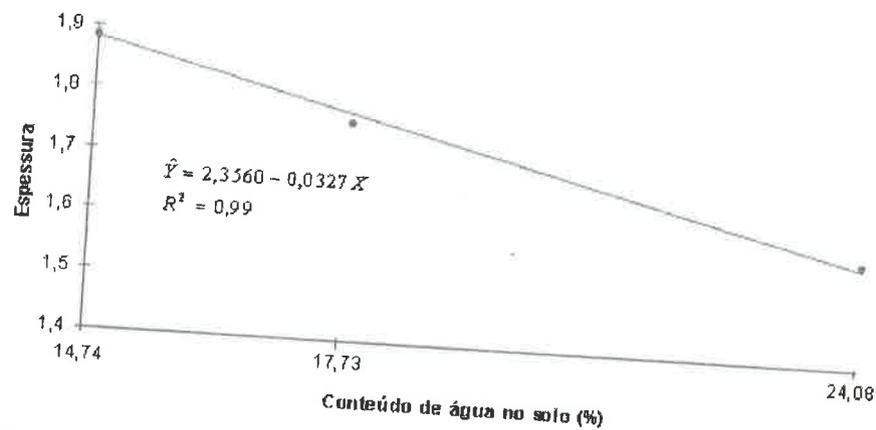


Figura 4. Espessura (cm) das paredes das células do esclerênquima, em função do conteúdo de água no solo.  
Fonte: Paciullo et al., 1999.

Na produção de feno, deve-se observar que é intensa a remoção de nutrientes pois toda forragem é recolhida, além de não haver reciclagem de nutrientes através das fezes e urina dos animais em pastejo.

GOMES et al. (1997) avaliando cultivares do gênero *Cynodon*

sob duas doses de adubo nitrogenado (0 e 400 kg/ha), em dois períodos do ano observaram diferença para a produção de matéria seca e relação colmo/folha, entre cultivares e entre doses de nitrogênio. Independente do cultivar avaliado, a adubação nitrogenada proporcionou incrementos de 173% na produção de matéria seca, 58,5% para o vigor da rebrota e 20,9% na relação colmo/folha das plantas no período chuvoso. Nesse trabalho o cultivar tifton-85 (*Cynodon spp.*), apresentou maior produção de matéria seca e a menor relação colmo/folha.

MANEGATTI et al. (1999) observaram alterações na composição química das plantas de capins coast-cross, tifton-68 e tifton-85 com a aplicação de nitrogênio no solo. Estes autores observaram nos cultivares avaliados, incremento na produção de matéria seca e nos teores de proteína bruta, redução nos teores de FDN e não registraram alteração nos conteúdos de FDA e nos valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca com o aumento das doses de nitrogênio (Figura 5).

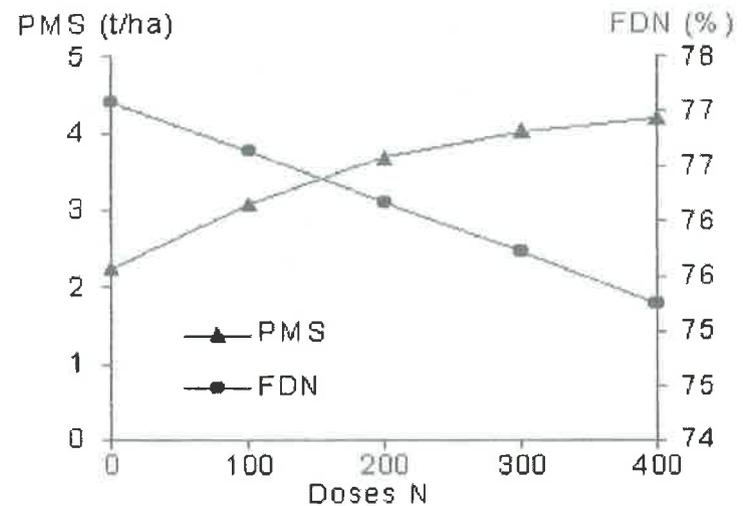


Figura 5. Produção de MS e teor médio de FDN dos capins coast-cross, tifton-68 e tifton-85 em função das doses de nitrogênio.  
Adaptado de MANEGATTI et al., 1999.

### 3.3. Estádio de desenvolvimento

O estágio de desenvolvimento no momento do corte, sem dúvida, é o fator que exerce maior influência na qualidade da forragem. Com o crescimento ocorrem alterações, que resultam na elevação dos teores de compostos estruturais, tais como a celulose, a hemicelulose e a lignina e, paralelamente, diminuição do conteúdo celular. Além destas alterações, é importante salientar que a diminuição na relação folha/caule resulta em modificações na estrutura das plantas. Desta forma, é de se esperar, que plantas mais velhas apresentem menor conteúdo de nutrientes potencialmente digestíveis. Deve-se considerar que, em gramíneas tropicais, em função da temperatura ambiente e da alta luminosidade, observa-se rápido crescimento, o que acarreta variações acentuadas na sua composição química e na digestibilidade.

A análise dos dados da Figura 3 (RIBEIRO et al., 2001) evidencia aumento nos valores de parede celular indigestível e decréscimo no conteúdo celular do capim tifton 85 colhido aos 28 e 56 dias de crescimento, respectivamente.

Segundo OLIVEIRA et al. (2000) ao avaliarem os parâmetros morfológicos do capim tifton-85 em diferentes idades de rebrota, concluíram que a taxa de senescência foliar desta espécie apresentou comportamento sigmoidal com o desenvolvimento (Figura 6). Conforme pode ser observado, até os 28 dias de idade a taxa de senescência das folhas foi lenta, aumentando linearmente até os 58 dias, tendendo a estabilizar a partir desta idade, o que indica a adoção de cortes em torno de 28 dias, objetivando maximizar a eficiência de uso de forragem, em termos quantitativos e qualitativos.

A análise conjunta dos dados de OLIVEIRA et al. (2000) e de RIBEIRO et al. (2001) permite concluir que a colheita do tifton 85 em idade superior a 28 dias pode resultar em forragem de pior qualidade, em decorrência do aumento da senescência e conseqüentemente elevação nos teores de constituintes da parede celular de baixa digestibilidade.

REIS (2000) avaliando a composição química de alguns gêneros de capins tropicais colhidos em diferentes idades, elaborou equações para estimar os teores dos constituintes da parede celular em função do período de rebrota (Tabela 3).

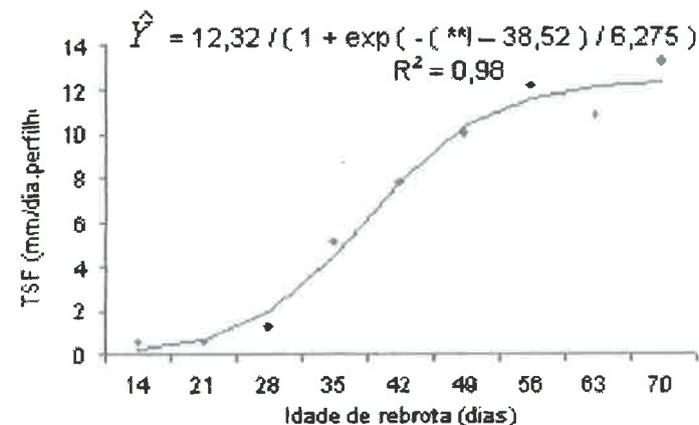


Figura 6. Estimativa da taxa de senescência foliar (TSF) do capim tifton-85 em diferentes idades de rebrota.

Fonte: Oliveira et al., 2000.

Tabela 3. Equações de regressão e coeficiente de determinação da fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido de gramíneas tropicais em função da idade de corte (X).

Gramíneas	Equações de regressão	Coefficiente de determinação (R <sup>2</sup> )
<b>Fibra em detergente neutro</b>		
Braquiarião	$Y=80,9275+0,0474X-0,0002X^2$	<b>0,9515</b>
Coast-cross	$Y=83,8518+0,0421X-0,0001X^2$	0,7260
Tifton-85	$Y=88,7100+1,2872X-0,1372X^2$	0,9351
Capim gordura	$Y=77,3123+0,1315X-0,0003X^2$	0,8274
Decumbens africana	$Y=74,4920+3,8678X-0,2985X^2$	0,8771
<b>Fibra em detergente ácido</b>		
Braquiarião	$Z=40,6702+0,0513X$	0,9448
Coast-cross	$Z=39,2248+0,0440X$	0,9690
Tifton-85	$Z=41,5348+0,0471X$	0,9824
Capim gordura	$Z=39,0905+0,0773X$	0,9597
Decumbens africana	$Z=37,8801+0,0585X$	0,9653

Adaptado de REIS, 2000.

### 3.4. Perdas no campo

#### Perdas durante a secagem da forragem

A forragem permanecendo cortada no campo pode sofrer alterações

acentuadas em sua composição química e atividade fisiológica. As atividades fisiológicas ocorrem no protoplasma ou porção viva da planta (simplasto). A porção não viva (apoplasto), tal como a parede celular, uma vez formada, não possui atividade fisiológica intrínseca (MOSER, 1980, 1995).

As perdas de nutrientes se iniciam imediatamente após o corte, e algumas alterações bioquímicas, como a respiração e a oxidação são inevitáveis durante a secagem. Desta forma, a remoção de água tão rápida quanto possível, resultará na diminuição das perdas pôr esses processos (REES, 1982; MUCK e SHINNERS, 2001).

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 SHINNERS (2001) pode-se enumerar os seguintes tipos de perdas que ocorrem no recolhimento do feno:

- Perdas no corte devido à altura do resíduo;
- Perdas pôr respiração e fermentação decorrentes do prolongamento do período de secagem;
- Perdas pôr lixiviação levando a decréscimo no conteúdo de compostos solúveis;
- Perda de folhas em decorrência do manuseio excessivo da forragem, notadamente na fase final de secagem; e,
- Perdas pôr deficiência no recolhimento da forragem.

Teoricamente, muitas destas perdas podem ser evitadas, contudo a ocorrência de chuvas inesperadas pode causar perdas inevitáveis.

As enzimas hidrolíticas e respiratórias presentes nas células das plantas continuam ativas até que condições letais ocorram, ou seja, redução acentuada no conteúdo de água das células. A respiração celular cessa, quando o teor de água da planta atinge valores abaixo de 35 a 40% (REES, 1982; MAcDONALD e CLARK, 1987). Se a planta permanece respirando, ocorrerá perda de carboidratos solúveis de alta digestibilidade, diminuindo assim a qualidade do feno. Outros compostos, como gordura e proteína podem ser usados no processo de respiração quando se esgotam os

carboidratos solúveis.

Da mesma forma, o processo de fermentação pode ocorrer no campo, principalmente se o tempo de secagem for prolongado em função das condições climáticas inadequadas para a secagem (MOSER, 1980).

As perdas devido à ocorrência de chuvas durante a secagem a campo podem chegar a mais de 30% da matéria seca (MS). O maior percentual da MS perdida é relativo ao conteúdo de compostos solúveis, altamente digestíveis. Os principais fatores que afetam as perdas pôr lixiviação estão relacionados com a quantidade, intensidade e duração das chuvas. Fatores inerentes à cultura como o conteúdo de água da planta no momento da chuva, maturidade, relação folha/caule, densidade da camada de forragem, espécie forrageira e o tratamento da planta no momento do corte (condicionamento), influenciam acentuadamente as perdas de MS (MAcDONALD e CLARK, 1987; MOSER, 1995; MUCK e SHINNERS, 2001).

A ocorrência de chuvas pode afetar a taxa de secagem e qualidade dos fenos de diferentes formas:

- Prolongamento da vida da célula, permitindo a continuação do processo respiratório;
- Lixiviação de compostos solúveis;
- Causa perda indireta de folhas pela manipulação excessiva do feno;
- Propicia ambiente adequado para o desenvolvimento de microrganismos no campo, resultando em fermentação.

As chuvas na fase final da secagem, quando as células estão mortas e a membrana celular perdeu sua permeabilidade diferencial, causam maiores perdas do que aquelas que ocorrem no início da fenação. Da mesma forma, o condicionamento da forragem resulta em maiores perdas devido à ocorrência de chuvas (ROTZ, 1995). A forragem que foi submetida à chuva, para completar a secagem deverá sofrer processamento intenso no campo, o que pode resultar em aumento nas perdas mecânicas (ROTZ, 2001).

As perdas no processo de fenação podem ser estimadas, com base nos trabalhos revisados pôr MAcDONALD e CLARK (1987), conforme as condições de secagem e de armazenamento (Tabela 4).

Tabela 4. Previsão de perdas (%), durante o processo de fenação em diferentes condições de secagem no campo.

Fontes de perdas	Ótimas		Normais		Adversas	
	P	C	P	C	P	C
Forragem cortada		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

P- Perdido (%); C- Conservado (%).  
Fonte: MACDONALD e CLARK, 1987.

### Perdas de carboidratos solúveis

As perdas de carboidratos solúveis na forragem cortada exposta ao ar são devidas principalmente à respiração e fermentação. Estes, sendo altamente digestíveis, fazem com que a perda de valor nutritivo seja bem maior do que pareceria se fosse considerada apenas a perda de matéria seca total isoladamente. Os carboidratos solúveis perdidos incluem frutose, sacarose e frutanas. SULLIVAN (1973) relatou redução nos teores de frutanas em azevém e menor redução nos conteúdos de hexoses. De qualquer modo, as perdas de carboidratos solúveis respondem pelas maiores alterações nos conteúdos de matéria seca, principalmente durante o pré-murchamento e secagem lentos, mas redução nos teores de ácidos orgânicos também ocorrem.

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 proteína bruta, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e de lignina, os quais não são afetadas pela respiração, podem aumentar em termos proporcionais, uma vez que os resultados são expressos em porcentagem.

### Compostos nitrogenados

Durante a secagem, podem ocorrer pequenas perdas de compostos

nitrogenados através da conversão da proteína em formas mais simples de nitrogênio não protéico (NNP) solúvel. Assim, o desdobramento da proteína na presença de umidade é muito rápido, e a extensão da degradação é influenciada pelo tempo de secagem (MOSER, 1995).

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 peptídios, 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 de valor nutritivo devido a essas interconversões. Em média, 2,5% do N é perdido, mas a digestibilidade da proteína, só será grandemente afetada com aumento na temperatura e/ou interferência de microrganismos.

### Vitaminas

Segundo MOSER (1995) a secagem ao sol diminui os teores das vitaminas A (b caroteno), C e E, em função da oxidação e queima. Todavia, ocorre aumento no conteúdo de vitamina D. A Vitamina D esta ausente ou ocorre em pequenas quantidades em forragens verdes. Seus protótipos são esteróides, amplamente distribuídos em pequenas quantidades. Com a morte das células após o corte, e durante o pré-murchamento, certos esteróides expostos à luz solar se transformam em vitamina D ou aumentam a atividade antirraquítica. A radiação ultravioleta (280-300 nm) tem poder de penetração baixo, mas suficiente para provocar um rearranjo molecular para produzir o fator antirraquítico. A intensidade da atividade produzida é proporcional ao tempo de exposição ao sol. As folhas são mais susceptíveis à irradiação que os colmos, logo, material fenado com alta proporção de colmos e exposto a pouca radiação contém pouca atividade. Contudo, também foi observado que a atividade pode ser maior numa forragem madura, devido à alta concentração de esteróides nas partes florais em desenvolvimento (MOSER, 1980).

A vitamina E é um tocoferol e em termos práticos pode ser expressa como total de tocoferóis presentes na planta. Folhas verdes são altas em tocoferóis, particularmente durante o período de florescimento, de forma que um pasto verde é rico em atividade de vitamina E, enquanto as forragens maduras são pobres e o feno seco apresenta atividade ainda mais baixa.

### Minerais

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

### Glicosídeos cianogênicos

A secagem promove diminuição na concentração de compostos tóxicos, como glicosídeos cianogênicos presente em algumas espécies de *Cynodon*, no sorgo e no trevo, que perdem tal efeito devido à desnaturação das enzimas que liberam a cianida, ou pela volatilização do ácido cianídrico liberado (MOSER, 1980).

Existe também as substâncias estrogênicas presentes na alfafa (cumesterol) que interfere no ciclo estral dos animais e acarretam problemas no parto, todavia tais compostos tem a sua presença diminuída após o processo de secagem.

Outras mudanças também ocorrem na forragem após secagem natural ou artificial, destacando-se a diminuição do conteúdo de proteína solúvel da alfafa, que é o agente causador do timpanismo em animais em pastejo nesta espécie de leguminosa (MOSER, 1980., 1995).

### 3.5. Perdas no armazenamento

O recolhimento dos fenos com umidade, acima de 20%, reduz as perdas no campo, diminuindo os riscos de ocorrência de chuvas e as perdas de folhas, principalmente em leguminosas (REIS e RODRIGUES, 1992, 1998).

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, o que resulta em diminuição do VN.

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 a ocorrência de reações não enzimáticas entre os carboidratos solúveis e grupos amins dos aminoácidos, resultando em compostos denominados produtos de reação de Maillard (MOSER, 1980, 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 NIDA, o qual não é

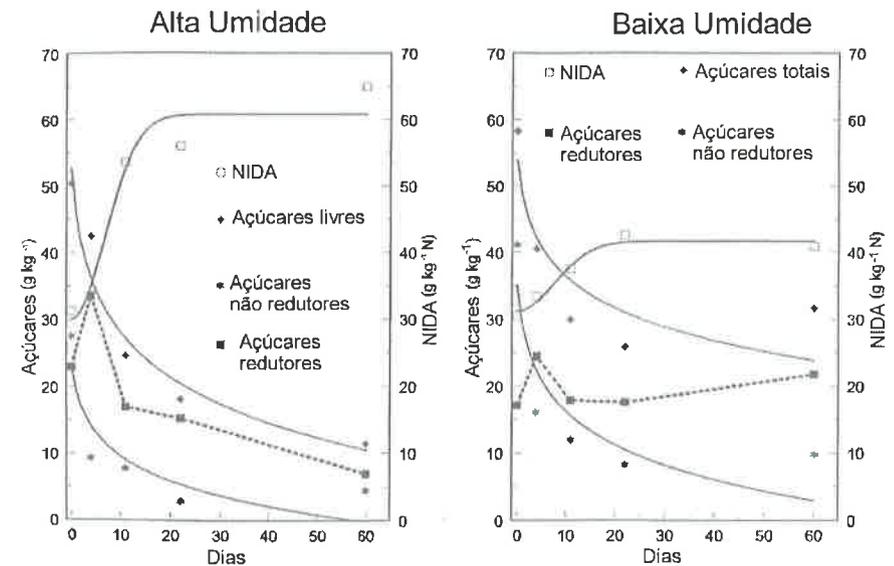


Figura 7. Concentrações totais de açúcares solúveis, açúcares não redutores, açúcares redutores e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) conforme o tempo de estocagem em fenos de alfafa com alta (30%) e baixa umidade (20%). Linhas sólidas representam regressão linear e linhas tracejadas conteúdos médios.

Fonte: Adaptado de COLENTZ et al., 1997.

disponível para os microrganismos do rúmen. Portanto, o aumento de NIDA acarreta decréscimo de proteína solúvel e elevação na quantidade de proteína bruta (PB) alterada pelo calor.

COBLENTZ et al. (1997) observaram correlação positiva entre o aquecimento espontâneo e as concentrações de nitrogênio insolúvel em detergente neutro e nitrogênio insolúvel em detergente ácido nos fenos de capins do gênero *Cynodon* armazenados com diferentes teores de umidade.

COBLENTZ et al. (2000) observaram o fluxo de açúcares durante o armazenamento do feno de alfafa e as alterações na qualidade da forragem quando enfardadas com diferentes teores de umidade (Figura 7), e verificaram que na planta enfardada com alta umidade (30%), os teores de carboidratos não estruturais e a fração de nitrogênio insolúvel em detergente ácido se comportaram de forma diferente que nas plantas armazenadas com baixa umidade (20%).

Conforme pode ser observado na Figura 7, há uma menor complexação do nitrogênio com a fração FDA nos fenos armazenados com baixa umidade (20%), verificando-se ainda aumento nos teores médios de açúcares redutores à medida que se prolongou o tempo de armazenamento. Os autores observaram também uma taxa mais lenta de queda nos teores de açúcares nos fenos mais secos (20%), quando 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 das 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 da MS e de outros nutrientes diminuem com o armazenamento, uma vez que muitos compostos facilmente digestíveis são perdidos devido à respiração (MOSER, 1980, 1995).

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

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

De acordo com HLODVERSSON e KASPERSSON (1986) a fenação altera a população de fungos da forragem, havendo diminuição naqueles gêneros típicos de campo como *Alternaria*, *Fusarium* e *Cladosporium* e aumento de *Aspergillus* e *Fusarium*, de maior ocorrência durante o armazenamento (Tabela 5).

É importante considerar, que além das alterações na composição química, o desenvolvimento de fungos pode ser prejudicial à saúde dos animais e das pessoas que manuseiam estes fenos, devido à produção de toxinas, principalmente aquelas relacionadas aos fungos patogênicos como *Aspergillus glaucus* e *Aspergillus fumigatus* (MOSER, 1995; REIS e RODRIGUES, 1998).

Estes fungos produzem toxinas, e a presença de esporos causa uma doença respiratória nos seres humanos denominada febre do feno. Nos animais, problemas respiratórios não são tão intensos, com exceção dos eqüinos, que podem ser acometidos pôr doenças respiratórias e digestivas causadas pôr fungos (COLLINS, 1995). A doença pulmonar crônica obstrutiva e alterações digestivas em eqüinos estão associadas com a presença de fungos em fenos e palhas. Os esporos de fungos, também podem contribuir para o aparecimento de cólica em eqüinos.

A aspiração de esporos do fungo *Aspergillus fumigatus* durante o manuseio dos fenos contaminados, pode causar a febre do feno, e algumas vezes doenças que debilitam o organismo devido ao crescimento dos fungos nos tecidos dos pulmões. Os bovinos, geralmente são menos afetados pela presença de fungos nos fenos do que os eqüinos, contudo eles também estão sujeitos a abortos micóticos e aspergilose (MOSER, 1995).

MEISSER (2001) trabalhando com preservação de fenos com diferentes conteúdos de umidade destacou que naqueles com teores de umidade de 21% a flora microbiana predominante foi representada pôr grupos de *Aspergillus glaucos* e em umidade mais elevadas (28%) outras diversas espécies de *Aspergillus* foram encontradas. Tal fato conduziu a uma rápida deterioração do feno, e o autor destacou que os carboidratos

solúveis foram as principais fontes de energia para o desenvolvimento dos microrganismos.

Tabela 5. População de fungos em fenos de gramíneas enfardados com alta umidade (44%)

Grupos de Fungos	Dias de armazenamento					
	0	2	5	7	12	19
Aspergillus	O	--	D	D	D	D
Penicillium	O	--	D	D	D	D
Scopulariopsis	O	--	--	--	--	--
Fusarium	D	D	--	--	--	--
Cladosporium	D	D	D	D	D	--

D- Dominante, O-Ocorrência freqüente

Fonte: HLODVERSSON e KASPERSSON, 1986.

A ocorrência de fungos, nos fenos de grama paulista (*Cynodon dactylon* (L.) Pers), enfardados com diferentes conteúdos de água foi avaliada pôr REIS et al. (1997), que observaram os gêneros *Cladosporium*, *Curvularia*, *Aspergillus* e *Penicillium* com maior incidência. Todavia, segundo os autores, com o armazenamento durante 30 dias, observou-se diminuição na incidência de *Curvularia* (fungo de campo) e aumento de *Aspergillus* e *Penicillium*, fungos típicos de armazenamento.

Os resultados de trabalhos de pesquisa evidenciam que quando se armazena fenos com baixa umidade é pequena a incidência de actinomicetos, bactérias e esporos de fungos. Nos fenos com umidade normal observa-se aumento no número de esporos de fungos, e nos de alta umidade tem-se elevada população de bactérias e de actinomicetos (ROBERTS, 1995).

KASPERSSON et al. (1984) enfardaram fenos de gramíneas com 31% de umidade e observaram alterações na população de microrganismos durante 14 dias e registraram rápido aumento na temperatura dos fardos, causando diminuição nas relações bactérias mesofílicas/termofílicas, em virtude do aumento na população das bactérias adaptadas a altas temperaturas. Segundo estes autores é difícil de se avaliar os efeitos isolados da temperatura sobre a população de fungos.

#### 4. Aditivos para conservação de fenos

A conservação de fenos enfardados com alta umidade, com baixas quantidades de perdas no VN pode ser obtida com a utilização de aditivos

que controlam o desenvolvimento de microrganismos (REIS e RODRIGUES, 1992;1998; ROTZ, 1995; MUCK e SHINNERS, 2001).

Uma grande variedade de produtos químicos pode ser aplicada em fenos armazenados com alta umidade visando controlar o crescimento de microrganismos, destacando-se a utilização de diacetato de sódio, ácido propiônico, propionato de amônio, uréia e amônia anidra (COLLINS, 1995).

Os produtos químicos podem agir diminuindo a disponibilidade de água e de oxigênio, alterando o pH dos fenos ou destruindo ou inibindo o crescimento dos microrganismos.

Os sais podem ser usados com a finalidade de se reduzir à quantidade de água dos fenos, enquanto adição de CO<sub>2</sub> foi pesquisada como forma de reduzir a disponibilidade de O<sub>2</sub>, mas esse sistema apresenta dificuldades para aplicação prática.

O ácido propiônico e outros ácidos orgânicos, quando aplicados em quantidades apropriadas, controlam o crescimento de fungos como *Aspergillus fumigatus* e de actinomicetos como *Micopolyspora faeni* e de *Thermoamicetos vulgaris*, agentes causadores da febre do feno (COLLINS, 1995). Segundo este autor, produtos químicos a base de ácido propiônico foram eficientes em prevenir o aquecimento e preservar a qualidade dos fenos de alfafa e de capim coast-cross armazenados com alta umidade.

Ao avaliarem 100 produtos químicos para conservação de fenos, LACEY et al. (1981) observaram que 1/3 deles foi eficiente em prevenir o aquecimento e aparecimento de microrganismos, quando aplicados na dose de 0,5% do peso seco da forragem armazenada com 35% de umidade. Segundo estes autores, os aditivos utilizados para conservação do VN de fenos com alto teor de umidade devem apresentar características desejáveis tais como:

- Baixa toxicidade para os mamíferos;
- Efeito sobre fungos, actinomicetos e bactérias;
- Distribuição uniforme nos fardos;
- Baixos níveis de perdas pôr volatilização;
- Não ser excessivamente absorvido pelo feno;
- Manuseio fácil e seguro;
- Amplo espectro de ação;
- Solúvel em água.

É importante salientar, que estas características foram observadas, principalmente no ácido propiônico parcialmente neutralizado com a amônia.

BARON e GREER (1988) testaram seis produtos químicos para conservar o VN do feno de alfafa armazenado com teor de água variando de 15 a 35%, e observaram que o uso de ácido propiônico (67%) mais amônia anidra (23%) foi eficiente em prevenir o aquecimento e reduzir as perdas na qualidade da forragem enfardada com alta umidade (35%). Segundo estes autores os produtos que diminuíram o pH dos fenos apresentaram maior efeito fungistático. Na mesma linha de pesquisa, BARON e MATHISON (1990) observaram que o ácido propiônico parcialmente neutralizado com amônia, aplicado nas doses de 1,25 a 1,50% da MS dos fenos de alfafa com umidade superior a 25%, não afetou as perdas de MS, apesar de ter controlado a temperatura e a população de microrganismos.

A inibição do crescimento de microrganismos é conseguida através da manutenção de uma concentração mínima de ácido na fração aquosa do feno. Assim, altas doses de ácido propiônico são requeridas para o controle eficiente dos microrganismos nos fenos contendo alta umidade (COLLINS, 1995).

De acordo com LACEY et al. (1981), em condições de laboratório o controle de fungos pode ser obtido com a aplicação de 1,25% do produto químico em relação ao peso seco dos fenos. Contudo, no campo esta dose deve ser aumentada para 3,0%. Doses mais altas podem ser requeridas para o tratamento dos fenos no campo, afim de se contornar os problemas relativos à umidade da forragem, perdas durante a aplicação e manuseio, ou distribuição desuniforme do produto químico. Desta forma, em fenos com 25% de umidade, a dose de ácido propiônico de 3,0% do peso seco, pode ser equivalente à aplicação de 0,75% do peso verde.

MEISSER (2001) observou que o uso de propionato de amônio (equivalente a 64% de ácido propiônico) foi efetivo em preservar a qualidade de fenos. A aplicação de 1:100 equivalentes de ácido propiônico promoveu adequada conservação de fenos com 23% de umidade, porém não foi eficiente quando utilizado para preservar a qualidade de fenos armazenado com 29% de umidade.

Devido ao fato de serem voláteis e corrosivos, pode-se aplicar os ácidos orgânicos, parcialmente neutralizados. Os ácidos podem ser neutralizados através da mistura com amônia, ou com outros compostos químicos compatíveis, afim de elevar o pH e assim diminuir os afeitos na corrosão dos equipamentos (ROTZ, 1995). Desta forma, tem-se que os ácidos orgânicos parcialmente neutralizados apresentando pH 6, são menos voláteis

e corrosivos do que as soluções contendo apenas ácidos, mas mantêm a eficiência no controle de microrganismos (COLLINS, 1995).

Um estudo foi desenvolvido pôr JASTER e MOORE (1992) com o propósito de se avaliar a eficiência do ácido sórbico, sorbato de potássio, carbonato de potássio e ácido propiônico na secagem e conservação de feno de alfafa enfardo com 30% de umidade. Esses autores constataram que a adição de baixa ou altas dose de sorbato de potássio no enfardamento, não foi eficiente em preservar a qualidade dos fenos. Todavia, a utilização deste produto no momento do corte, decresceu o tempo de secagem em 4 horas e preservou a qualidade da forragem.

A utilização rotineira, de ácidos para o tratamento de fenos pode ser antieconômica, se justificando apenas em situações onde se procura evitar a intensa ocorrência de chuvas durante a secagem no campo (ROTZ, 1995).

Dentre as técnicas utilizadas para a conservação de fenos com alta umidade, destaca-se a amonização, através da amônia anidra ou do uso da uréia como fonte de amônia (REIS e RODRIGUES, 1992; REIS et al., 1997).

A amônia atua no controle de fungos, principalmente através da elevação do pH do meio (REIS e RODRIGUES, 1998). Além de sua ação fungistática, a amônia atua sobre a fração fibrosa da forragem, solubilizando a hemicelulose e aumentando a disponibilidade de substratos prontamente fermentecíveis para os microrganismos do rúmen. Além dos aspectos reportados, é importante ressaltar a incorporação de nitrogênio não protéico na forragem submetida a amonização, resultando em incremento na digestibilidade e consumo de MS (ROTZ, 1995).

Em estudos sobre a aplicação de  $\text{NH}_3$  (1,0 e 2,0% da MS) no feno de alfafa enfardado com alta umidade (35%), THORLACIUS e ROBERTSON (1984) observaram que o uso da maior dose de amônia, foi eficiente em prevenir o crescimento de fungos e o aquecimento durante o armazenamento sob lona plástica, e mesmo após a remoção da cobertura, evidenciando que os fenos tratados apresentaram maior estabilidade durante o armazenamento.

Da mesma forma, WOOLFORD e TETLOW (1984) ao avaliarem os fenos de azevém (*Lolium perene* L.), enfardado com 20 ou 40% de umidade e tratado com amônia anidra (0,0; 2,0; 4,0; e 8,0% da MS), e armazenado pôr 56 dias sob lona plástica e 28 dias em local arejado,

registraram que nos fenos tratados a população de leveduras e de fungos foi reduzida em ambos os períodos, enquanto os fenos não tratados se deterioraram (Tabela 6). Estes autores observaram redução nos teores de FDN, elevação nos de PB e na digestibilidade “in vitro” da matéria orgânica dos fenos tratados com amônia.

REIS e RODRIGUES (1998) relatam que a composição química e a digestibilidade “in vitro” da MS dos fenos dos capins gordura (*Melinis minutiflora* P. de Beauv.) e de braquiária decumbens (*Brachiaria decumbens* Stapf.) amonizados (2,0; 4,0 e 6,0% da MS) foram alteradas durante o período de tratamento sob lona plástica (45 dias), e posteriormente estas mudanças persistiram pôr 60 dias de armazenamento em condição de aeração.

Tabela 6. População de microrganismos ( $\log_{10}$  UFC) de fenos de azevém enfiados com diferentes conteúdos de umidade e tratados com amônia anidra ( $\text{NH}_3$ ).

Umidade (%)	$\text{NH}_3$ (% MS)	Microrganismos		
		Totais	Leveduras	Fungos
20	0,0	> 10,2	6,0	5,2
	2,0	8,7	3,2	< 3,7
	4,0	7,2	3,2	< 3,7
	8,0	7,2	3,2	< 3,7
40	0,0	11,6	10,6	10,4
	2,0	9,8	4,0	3,2
	4,0	6,7	3,5	< 3,4
	8,0	6,7	3,7	< 3,4

Fonte: WOOLFORD e TETLOW, 1984.

Em estudos conduzidos pôr GROTHEER et al. (1985) com feno de capim bermuda (*Cynodon dactylon* L. Pers) enfiado com alta (34%) e com baixa umidade (25%) verificou-se que a amonização (3,0% da MS) reduziu a população de microrganismos e os teores de FDN e de hemicelulose, bem como aumentou os de PB e a digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS). Em trabalho posterior com a mesma espécie, enfiada com 9,2 e 35% de umidade e tratada com amônia anidra (0,0; 2,0 e 4,0% da MS) durante 1, 3 e 6 semanas, sob lona plástica, GROTHEER et al. (1986), observaram aumento no pH e diminuição na população de fungos nos fenos armazenados com alto conteúdo de água e tratado com  $\text{NH}_3$ .

Dados obtidos pôr BONJARDIM et al. (1992) e pôr REIS et al. (1993) demonstram que a aplicação de 1,5% de amônia anidra foi eficiente em inibir o desenvolvimento de fungos dos fenos dos capins braquiária decumbens, bem como a média dos valores referentes aos capins estrela (*Cynodon plectostachyus*) e coast cross (Tabela 7).

Quanto a composição química da forragem, BONJARDIM et al. (1992) observaram que a amonização não alterou os teores de FDA e de celulose, mas diminuiu os conteúdos de FDN e de hemicelulose e aumentou os de PB, sendo que esta alterações resultaram na elevação da DIVMS dos fenos tratados com 1,5 ou 3,0% de  $\text{NH}_3$ .

Tabela 7. Desenvolvimento de fungos em fenos de gramíneas tratados com amônia anidra.

Umidade (%)	$\text{NH}_3$ (% MS)	Nº de colônias /g de MS	
		<i>Cynodon</i> <sup>1</sup>	<i>B. decumbens</i> <sup>2</sup>
15,0	0,0	$7,5 \times 10^5$	$6,6 \times 10^5$
	1,5	$1,0 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$
	3,0	$2,3 \times 10^2$	$5,0 \times 10^3$
20,0 a 25,0%	0,0	$1,1 \times 10^6$	$9,5 \times 10^5$
	1,5	$5,5 \times 10^1$	$6,7 \times 10^1$
	3,0	$8,1 \times 10^2$	$3,4 \times 10^2$

Fonte: 1 BONJARDIM et al., 1992; 2. REIS et al., 1993.

É importante salientar que bovinos consumindo fenos de alta qualidade tratados com altas doses de  $\text{NH}_3$  (3,0% da MS) podem apresentar hipersensibilidade, causando danos ao animal e redução no consumo de forragem (COLLINS, 1995).

Trabalhos de pesquisa indicam que as reações entre a amônia e os açúcares presentes na forragem de alta qualidade resultam na formação de 4-metilimidazol que é o principio tóxico. A aplicação de amônia anidra em forragens de baixo valor nutritivo não apresenta risco de formação de 4-metilimidazol em função dos baixos conteúdos de açúcares solúveis destes volumosos (ROTZ, 1995; COLLINS, 1995).

Além disto, deve-se considerar que o manuseio da  $\text{NH}_3$  requer cuidados especiais, pois o contato deste produto com a pele pode causar queimaduras, e a sua inalação acarreta problemas cardíacos e respiratórios (ROTZ, 1995).

Estudos recentes tem demonstrado a viabilidade de se usar uréia como fonte de amônia para o tratamento de fenos armazenados com alta umidade. O sistema de tratamento é fundamentado no fato, de que a uréia em contato com uma fonte de urease, em um ambiente úmido é hidrolisada, produzindo duas moléculas de amônia e uma de CO<sub>2</sub> (SUNDSTOL e COXWORTH, 1984).

SILANIKOVE et al.(1988) observaram que a adição de uréia (3,5% da MS) no feno de green panic (*Panicum maximum* Jacq. var. trichoglume cv. Petrie), armazenado com 40% de umidade, foi eficiente em prevenir o desenvolvimento de fungos e de leveduras, em decorrência do aumento no pH da forragem (Tabela 8).

Foram observados aumentos no pH de 6,7 (no dia da aplicação da uréia) para 9,8 (4 dias após o tratamento) e posteriormente, observou-se diminuição para 7,8 (20 dias após o tratamento). Esses autores observaram que após 20 dias de tratamento, 62,7% da uréia foi recuperada no feno na forma de NH<sub>3</sub>.

Tabela 8. População de microrganismos (Nº/g de amostra) do feno de capim green panic enfardado com alta umidade (40%) e tratado com uréia (3,5% da MS).

Dias de armazenamento	pH	Fungos	Leveduras
0	6,5	1,1 x 10 <sup>10</sup>	2,5 x 10 <sup>11</sup>
4	9,8	---	---
20	7,8	1,5 x 10 <sup>1</sup>	5,5 x 10 <sup>8</sup>

Fonte: SILANIKOVE et al., 1988.

ALHADHRAMI et al. (1989) ao testarem os efeitos da aplicação de uréia (2,0 e 4,0% da MS) no feno de alfafa armazenado com alta umidade (25 a 31%), observaram que a adição de 4% de uréia foi eficiente em controlar o desenvolvimento de fungos.

Em pesquisas sobre o uso de aditivos, REIS et al. (1997) observaram que a incidência de fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* diminuiu durante o armazenamento do feno de grama paulista (*Cynodon dactylon*), enfardado com alta umidade e tratado com 0,5 ou 1,0% de amônia anidra em relação a MS. Contudo, o uso de uréia (1,8% da MS) foi eficiente no controle de *Aspergillus*, não afetando a incidência de *Penicillium* durante o armazenamento. Da mesma forma, ROSA et al. (1998) observaram

diminuição na incidência de *Aspergillus* no feno de braquiária decumbens, enfardado com alta umidade e tratado com amônia anidra (1,0% na MS) ou com uréia (0,9; 1,8% na MS).

REIS et al. (1997) observaram que a aplicação de 1,0% de NH<sub>3</sub> ou de 1,8% de uréia não alterou a composição química da fração fibrosa dos fenos armazenados com alta umidade (20-25%), mas promoveu aumento na DIVMS devido a incorporação de NNP.

Em estudo desenvolvido para se avaliar a incidência de fungos nos fenos de alfafa armazenados com baixa umidade (12 a 13%) e não tratado, e com alta umidade (26 e 35%) e tratado com amônia anidra (1,0% da MS), ou com uréia (0,9 ou 1,8% da MS), FREITAS et al. (1997) observaram a ocorrência de 15 gêneros de fungos nos fenos controle, 11 nos tratados com amônia e 12 nos que recebiam uréia. Esses autores observaram que a aplicação de NH<sub>3</sub> foi mais eficiente no controle de fungos, quando comparada ao uso da uréia. O gênero *Paecilomyces* foi o de maior ocorrência nos fenos avaliados, enquanto os tratamentos com amônia ou com uréia foram eficientes em controlar a população de *Aspergillus* e de *Penicillium*.

A utilização de aditivos microbianos tem sido recomendada para acelerar o abaixamento do pH das silagens através da adição de bactéria homofermentativas que aumentam a produção de ácido lático. Segundo COLLINS (1995), inoculantes bacterianos podem ser usados para conservar a qualidade de fenos armazenados com alta umidade, contudo a forma de atuação destes aditivos não tem sido claramente definida.

De acordo com ROTZ (1995) inoculantes com poucas cepas de *Lactobacillus* não tem efeito no desenvolvimento de fungos, alterações na cor, aquecimento, perda de MS e mudanças na qualidade de fenos armazenados com alta umidade.

Em trabalho de pesquisa conduzido pôr WITTENBERG e MOSSTAGHI-NIA (1991) para avaliar fenos de alfafa enfardado com baixa, média e alta umidade, tratados com produtos comerciais contendo bactérias viáveis produtoras de ácido lático, foi observado que não houve efeito dos tratamentos nas espécies de fungos presentes na forragem.

Estes autores avaliaram a composição química do feno de alfafa enfardado com baixa (15-20%), média (20-25%) e alta umidade (25-30%) sendo os dois últimos tratados com inoculantes comerciais contendo bactérias lácticas viáveis e não viáveis, aplicados no momento do enfardamento ou

amonizados. Foi observado que a amonização resultou em aumento na retenção de MS, de PB e de FDN durante o armazenamento, quando comparada à forragem não tratada ou inoculada com bactérias.

De acordo com WITTENBERG et al. (1996) a análise visual dos fungos, a presença de material estranho, a identificação das espécies de fungos, são de uso limitado na determinação do valor alimentício dos fenos. Os dados de VN e do valor comercial podem ser melhor determinados através do perfil de nutrientes contidos nos fenos.

## 5. Considerações finais

A intensificação da exploração do potencial de produção das gramíneas de clima tropical durante o período das chuvas, acarreta o agravamento dos efeitos da estacionalidade do crescimento, afetando a performance animal, pois tem-se deficiências quantitativas e qualitativas na forragem proveniente das pastagens durante o período seco do ano.

A produção, secagem e o armazenamento de forragem de alto valor nutritivo, é uma atividade de suma importância nos sistemas de exploração intensiva de plantas forrageiras para a produção animal nas regiões de clima tropical. Nestas condições, a fenação é uma garantia do fornecimento de forragem de alta qualidade durante o ano todo, além de ser uma técnica de extrema eficiência para o manejo adequado das pastagens.

A escolha das espécies forrageiras adaptadas às condições climática e de solo, a adoção de manejo compatível com as características morfofisiológicas devem ser observadas para se garantir a persistência e produtividade do "stand".

O conhecimento das condições climáticas é necessário para o planejamento do corte, de tal forma a minimizar as perdas durante a secagem no campo. É importante considerar, que as informações meteorológicas estão disponíveis, contudo os dados específicos de uma região são difíceis de serem obtidos.

A adoção de máquinas compatíveis com as características morfofisiológicas das gramíneas e das leguminosas tropicais deve ser considerado, pois muitas vezes os equipamentos disponíveis não se adaptam ao processo eficiente de fenação dos capins tropicais que apresentam alta produção de matéria seca.

A utilização de aditivos para conservação de fenos enfardados

com alta umidade, deve ser considerada em relação aos aspectos econômicos. O custo da aquisição e aplicação dos aditivos deve ser menor do que o valor da forragem que se perderia sem o uso do produto químico. Ademais, em se tratando de animais de alto padrão genético, é necessário o fornecimento de feno de alto valor nutritivo, isento de microrganismos que possam produzir toxinas prejudiciais à saúde dos mesmos.

## 6. Referências Bibliográficas

- ALCÂNTARA, P.B., OTSUK, I. P., OLIVEIRA, A.A.D. et al. Aptidão de algumas espécies de forragens para a produção de feno em função da velocidade de secagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. CD-ROM.
- ALHADHRAMI, G., HUBER, J.T., HIGGINBOTHAM, G.E. et al. 1989. Nutritive value of high moisture alfalfa hay preserved with urea. *J. Dairy Sci.* 74(4): 972-979.
- BARON, V.S., MATHISON, G.W. 1990. Yield, quality and preservation of moist hay subjected to rain-free and weathered conditions. *Can. J. Anim. Sci.* 70(2): 611-622.
- BARON, V.S., GREER, G.G. 1988. Comparison of six commercial hay preservatives under simulated storage conditions. *Can. J. Anim. Sci.* 68(4): 1195-1207.
- BONJARDIM, S.R., REIS, R.A., RODRIGUES, L.R.A. et al. 1992. Avaliação da qualidade dos fenos de gramíneas tropicais armazenados com diferentes níveis de umidade e tratados com amônia. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, 21(5): 866-873.
- COBLENTZ, W.K., FRITZ, J.O., BOLSEN, K.K. et al. 1997. Relating sugar fluxes during bale storage to quality changes in alfalfa hay. *Agron. J.* 89(5): 800-807.
- COBLENTZ, W.K., TURNER, J.E., SCARBROUGH, D.A. et al. 2000. Storage characteristics and nutritive value changes in bermudagrass hay as affected by moisture content and density of rectangular bales. *Crop Sci.* 40(5): 1375-1383.
- COLLINS, M. 1995. Hay preservation effects on yield and quality. In: *Post-harvest physiology and preservation of forages*. Moore, K.J., Kral, D.M., Viney, M.K. (eds). American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin. p.67-89.
- COSTA, J.L., GOMIDE, J.A. 1991. Drying rates of tropical grasses. *Trop. Grassl.* 25(4): 325-332.
- FERRARI JUNIOR, E.F., RODRIGUES, L.R.A., REIS, R.A. et al. 1993. Avaliação

- do capim coast-cross para a produção de feno em diferentes idades e níveis de adubação de reposição. *B. Industr. Anim.* 50 (2):137-145.
- FREITAS, D., REIS, R.A., PEREIRA, J.R.A. et al. Avaliação de aditivos para a conservação do feno de alfafa. In: In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 34, *Anais...*, Juiz de Fora, 1997. Lizieire et al. (ed.) Sociedade Brasileira de Zootecnia, Juiz de Fora. 1997. p.357-359.
- GOMES, L.H., CECATO, U., ÍTAVO, L.C.V. et al. Avaliação de cultivares do gênero *Cynodon* sob dois níveis de adubação nitrogenada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. *Anais...*, Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. CD-ROM.
- GROTHER, M.D., CROSS, D.L., GRIMES, L.W. 1986. The effect of ammonia level and time of exposure to ammonia on the nutritional and preservatory characteristics of dry and high-moisture coastal bermuda grass hay. *Anim. Feed Sci. and Technol.* 14(1-2): 55-65.
- GROTHER, M.D., CROSS, D.L., GRIMES, L.W., et al. 1985. Effect of ammonia level and injection of ammonia on nutrient quality and preservation of coastal bermudagrass hay. *J. Anim. Sci.* 61(6): 1370-1377.
- HARRIS, C.E., TULLBERG, J.N. 1980. Pathways of water loss from legumes and grass cut for conservation. *Grass and Forage Sciences.* 35(1):1-11.
- HINTZ, H.W., KOEGEL, R.G., KRAUS, T.J. et al. 1999. Mechanical maceration of alfalfa. *J. Anim. Sci.* 77(1): 187-193.
- HLODVERSSON, R.; KASPERSSON, A. 1986. Nutrient losses during deterioration of hay in relation to changes in biochemical composition and microbial growth. *Anim. Feed Sci. and Technol.* 15(2):149-165.
- JASTER, E.H., MOORE, K.J. 1992. Hay desiccation and preservation with potassium sorbate, potassium carbonate, sorbic acid and propionic acid. *Anim. Feed Sci and Technol.* 38(1): 175-186.
- JONES, L., HARRIS, C.E. 1979. Plant and swath limits to drying. Forage conservation in the 80's. Occasional symposium. 11. *Brit. Grassl. Soc.*, London. p. 53-60.
- KASPERSSON, A., HLODVERSSON, R., PALMGREN, U. et al. 1984. Microbial and biochemical changes occurring during deterioration of hay and preservative effect of urea. *Swedish J. Agric. Res.* 14(1): 127-133.
- LACEY, J., LORD, K.A., CAYLEY, G.R. 1981. Chemical for preventing mounding in damp hay. *Anim. Feed Sci. And Technol.* 6(3): 323-336.
- MACDONALD, A.D., CLARK, E.A. 1987. Water and quality loss during field drying of hay. *Adv. in Agron.* 41:407-437.
- MANEGATTI, D.P., ROCHA, G.P., PAIVA, M.J.A. et al. Efeito de doses de nitrogênio sobre a produção de matéria seca e o valor nutritivo dos capins coast-cross, tifton 68 e tifton 85. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. CD-ROM.
- MEISSER, M. Konservierung von feuchtheu. *Agrarforschung*, 8(2), 2001. Disponível em: <<http://gateway.ovid.com/ovidtest>>. Acesso em: 10 set. 2001.
- MERFDITH, R.H., WARBOYS, I.B. 1993. Accelerated drying of cut lucerne (*Medicago sativa* L.) by chemical treatments based on inorganic potassium salts or alkali metal carbonates. *Grass and Forage Sciences* 48(2): 126-135.
- MINSON, D.J. *Forage in ruminant nutrition*. New York. Academic Press. 1990. 483p.
- MOREIRA, A.L., PEREIRA, O.G., GARCIA, R., et al. 2001. Produção de leite, consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes, pH e concentração de amônia ruminal em vacas lactantes recebendo rações contendo silagem de milho e fenos de alfafa e de capim coast-cross. *Rev. Bras. Zoot.* 30(3): 1089-1098. (Suplemento 1).
- MOSER, L.E. 1980. Quality of forages as affected by post-harvest storage and processing. In: *Crop quality storage, and utilization*. ASA, CSSA. Madison, Wisconsin. p.227-260.
- MOSER, L.E. 1995. Post-harvest physiological changes in forage plants. In: *Post-harvest physiology and preservation of forages*. Moore, K.J., Kral, D.M., Viney, M.K. (eds). American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin. p. 1-19.
- MUCK, R.E., SHINNERS, K.J. 2001. Conserved forage (silage and hay): progress and priorities. In: International Grassland Congress, XIX. 2001. São Pedro. *Proceedings...* Piracicaba: Brazilian Society of Animal Husbandry. p.753-762.
- OLIVEIRA, M.A., PEREIRA, O.G., HUAMAN, C.A.M. et al. 2000. características morfológicas e estruturais do Capim Bermuda "Tifton 85" (*Cynodon* spp.) em diferentes idades de rebrota. *Rev. Bras. Zoot.* 29(6): 1939-1948.
- PACIULLO, D.S.C., GOMIDE, J.A., QUEIROZ, D.S. et al. 2001. Correlações entre componentes anatômicos, químicos e digestibilidade *in vitro* da matéria seca de gramíneas forrageiras. *Rev. Bras. Zoot.* 30(3): 955-963. Sup. 1.
- RAYMOND, F., SHEPPERSON, G., WALTHAM, R. 1991. *Forage Conservation and Feeding*. Farming Press Limited. Wharfedale Road Ipswich, Suffolk. 3° ed. 208 p.
- REES, D.V.H. 1982. A discussion of sources of dry matter loss during the process of haymaking. *J. Agric. Eng. Res.* 27(4): 469-479.

- REIS, S.T. *Valor nutricional de gramíneas tropicais em diferentes idades de corte*. 2000. 99p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.
- REIS, R.A., PANIZZI, R.C., ROSA, B. et al. 1997. Efeitos da amonização na ocorrência de fungos, composição química e digestibilidade in vitro de fenos de grama seda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.). *Rev. Bras. Zoot.* 26 (3): 454-460.
- REIS, R.A., RODRIGUES, L.R.A. 1998. Aditivos para a produção de fenos. In: Moura, A.S.A.M.T. et al. (eds). Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35. Bofucatu-SP, 1998. *Anais...*, Botucatu:SBZ.p. 109-152.
- REIS, R.A., RODRIGUES, L.R.A. 1992. Uso de conservantes em fenos com alto teor de umidade. In: Semana de Zootecnia. A interação, solos, pastagens e nutrição animal. XIV. *Anais...*, Fukushima, R. (ed.). Fundação Cargill. Pirassununga. p.77-89.
- REIS, R.A., RODRIGUES, L.R.A., NAHAS, E. et al. 1993. Amonização do feno de *Brachiaria decumbens* com diferentes níveis de umidade. *Pesq. Agrop. Bras.* 28(4): 539-543.
- RIBEIRO, K.G., PEREIRA, O.G., VALADARES FILHO, S.C. et al. 2001. Caracterização das frações que constituem as proteínas e os carboidratos, e respectivas taxas de digestão, do feno de capim tifton-85 de diferentes idades de rebrota. *Rev. Bras. Zoot.* 30 (2): 589-595.
- ROBERTS, C.A. 1995. Microbiology of stored forages. In: *Post-harvest physiology and preservation of forages*. Moore, K.J., Kral, D.M., Viney, M.K. (eds). American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin. 21-38.
- ROSA, B., REIS, R.A., PANIZZI, R.C. et al. 1998. Preservação do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk submetido a tratamento com amônia anidra ou uréia. *Rev. Bras. Zoot.* 27(4): 691-694.
- ROTZ, C.A. Mechanization: Planning and selection of equipment. In: International Grassland Congress, XIX. 2001. São Pedro. *Proceedings...* Piracicaba: Brazilian Society of Animal Husbandry. p. 763-768.
- ROTZ, C.A. 1995. Field curing of forages. In: *Post-harvest physiology and preservation of forages*. Moore, K.J., Kral, D.M., Viney, M.K. (eds). American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin. p. 39-66.
- SANDERSON, M.A., WEDIN, W.F. 1989. Nitrogen concentrations in the cell wall and lignocellulose of smooth bromegrass herbage. *Grass and Forage Sci.* 44(2): 151-158.
- SILANIKOVE, N., COHEN, O., LEVANON, D., et al. 1988. Preservation and storage of green panic (*Panicum maximum*) as moist hay with urea. *Anim. Feed Sci. Technol.* 20 (2): 87-96.
- SULLIVAN, J.T. Drying and storing herbage as hay. In: BUTLER, G.W., BAILEY, R.W. *Chemistry and biochemistry of herbage*. Vol. 3. Londres: Academic Press. 1973. 295p. 1-31.
- SUNDSTOL, F., COXWORTH, E.M. 1984. Ammonia treatment. In: SUNDSTOL, F. OWEN, E. *Straw and others fibrous by-products as feed*. Amsterdam: Elsevier Press, p.196-247.
- THORLACIUS, S.O., ROBERTSON, J.A. 1984. Effectiveness of anhydrous ammonia as a preservative for high-moisture hay. *Can. J. Anim. Sci.* 64 (4):.867-880.
- VAN SOEST, P.J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*, ed., New York: Cornell University Press, 476p.
- WALDO, D.R., JORGENSEN, N.A. 1981. Forages for high animal production: Nutritional factors and effects of conservation. *J. Dairy Sci.* 64: 1207-1229.
- WILSON, J.R., BROWN, R.H., WINDHAM. 1983. Influence of leaf anatomy on the dry matter digestibility on C3, C4, and C3/C4 intermediate types of *Panicum* species. *Crop Sci.* 30: 141-146.
- WITTENBERG, K.M., MOSHTAGH-NIA, S.A. 1991. Influence of anhydrous ammonia and bacterial preparations on alfalfa forage baled at various moisture levels. II. Fungal invasion during storage. *Anim. Feed Sci. And Technol.* 34 (1): 67-74.
- WITTENBERG, K.M., UNDI, M., BOSSUYT, C. 1996. Establishing a feed value for moulded hay. *Anim. Feed Sci. And Technol.* 60 (3-4): 301-310.
- WOOLFORD, M.K., TETLOW, R.W. 1984. The effect of anhydrous ammonia and moisture content on this preservation and chemical composition of perennial ryegrass hay. *Anim. Feed Sci. and Technol.* 11 (3):159-166.

# USO DE AMÔNIA ANIDRA E DE URÉIA PARA MELHORAR O VALOR ALIMENTÍCIO DE FORRAGENS CONSERVADAS

Beneval Rosa<sup>1</sup>  
Rossala Fadel<sup>2</sup>

## 1. INTRODUÇÃO

A alimentação de ruminantes, como importante componente econômico dentro do processo produtivo, busca alternativas que reflitam na diminuição de custos. Tem sido utilizado, como alternativa, volumosos como as palhadas de culturas anuais de verão e de inverno, os fenos de baixa qualidade resultante do processo de fenação ou do armazenamento inadequado, as silagens de capins passados ou os resíduos da colheita de sementes de plantas forrageiras e do beneficiamento de grãos.

Abordando as tendências e as perspectivas da produção de bovinos sob pastejo (CORSI et al., 2000) afirmaram que a terminação de animais em confinamento deverá aumentar sensivelmente no futuro, em virtude da necessidade de maior produção bovina, conseqüência do incremento da população nos centros urbanos, do comércio de exportações e da crescente demanda por esse produto, devido à melhora na renda *per capita*. Considerando que a alimentação é o item que representa a maior parcela do custo de produção de animais confinados, pode-se inferir que a preferência da localização dos confinamentos será por áreas de elevada disponibilidade de resíduos agro-industriais e de grãos, capazes de garantir o desempenho satisfatório dos animais de maneira econômica.

Os mesmos autores relatam a polarização de confinamentos ao redor de usinas e de destilarias de açúcar e álcool, face aos produtos produzidos por essa cadeia agro-industrial, como o bagaço e as pontas de cana-de-açúcar. As indústrias que processam outros produtos agrícolas (conserva de alimentos, limpeza de grãos como soja, milho, sementes, etc.) também têm a capacidade de provocar a concentração de áreas de confinamento de bovinos ao seu redor. Acredita-se que a tendência dos

<sup>1</sup> Professor Doutor do Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária da UFG, Goiânia-GO, caixa Postal 131 CEP 74.001-970. (beneval@vet.ufg.br)  
<sup>2</sup> Aluna de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária da UFG, área de concentração em Produção Animal.

confinamentos, nessas áreas, será a de maior uso de concentrados, no qual ganhos maiores serão priorizados, devido à redução dos valores dos alimentos, como o aumento do potencial genético dos animais. Todavia, as áreas industrializadas não serão marginalizadas para a produção de carne em confinamento, pois nessas áreas é que se concentram a maior parte da população e, portanto, os maiores preços da arroba - concluem os autores.

Deve-se considerar, todavia, que os volumosos citados anteriormente são de baixa qualidade, pois apresentam alto conteúdo de parede celular (valores acima de 60%) e de fibra em detergente ácido (FDA) acima de 40%, e baixos teores de proteína bruta (PB), de minerais e de vitaminas, sendo a digestibilidade da matéria seca (MS) baixa (40 a 50%), o que resulta em baixos níveis de consumo (REIS e RODRIGUES, 1993).

Diversos métodos têm sido testados visando melhorar o aproveitamento de forragens de baixa qualidade, tais como: tratamentos físicos, químicos ou biológicos, suplementação ou combinação de dois ou mais destes. Embora todos esses processos sejam tecnicamente possíveis, muitos não são economicamente viáveis nas condições brasileiras.

Dentre os tratamentos químicos avaliados, principalmente com palhas ou resíduos de culturas e, mais recentemente, com fenos, destacam-se o uso da amônia anidra (NH<sub>3</sub>) ou da uréia, processo denominado de amonização.

## 2. AMONIZAÇÃO

A amonização de forragens utilizando a amônia anidra, amônia líquida ou uréia, tem sido uma das alternativas em razão de ser de fácil aplicação, não poluir o ambiente, fornecer nitrogênio não protéico, provocar decréscimo no conteúdo de fibra em detergente neutro (FDN), favorecer a solubilização parcial da hemicelulose, aumentar o consumo e a digestibilidade, além de conservar as forragens com alto teor de umidade.

A amônia é o nome químico dado ao composto que apresenta um átomo de nitrogênio e três átomos de hidrogênio (NH<sub>3</sub>). A amônia anidra possui teor de N elevado (82% de N) e pode ser encontrada no estado líquido sob baixas temperaturas ou sob pressões relativamente altas (GARCIA e PIRES, 1998).

O tratamento de forragens ricas em lignina e celulose, com amônia anidra, teve início na primeira década do século passado. Na década de

setenta, os trabalhos foram bastante desenvolvidos na Europa e, nesta mesma década, foram iniciados nos Estados Unidos. No Brasil, os trabalhos de pesquisa tiveram início em 1984, no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, segundo GARCIA (1992).

O tratamento de forragens de baixa qualidade com uréia (46% de N), como fonte de amônia, vem sendo alvo de vários estudos (DOLBERG, 1992). Simultaneamente, ocorrem dois processos dentro da massa da forragem tratada com uréia: ureólise, a qual transforma a uréia em amônia, sendo que esta, subsequente, gera os efeitos nas paredes da célula da forragem (GARCIA e PIRES, 1998).

A ureólise é uma reação enzimática que requer a presença da enzima "urease" no meio. A urease é praticamente ausente nas palhas ou material morto, como por exemplo, os capins secos. De acordo com (WILLIAMS et al., 1984), a urease produzida pelas bactérias "ureolíticas", durante o tratamento de resíduos, tais como as palhadas, é suficiente, pelo menos em determinadas condições onde a umidade não é limitante. Somente em casos específicos de forragens muito secas, e que não possam ser umedecidas, a adição de urease seria necessária. A umidade e a temperatura, e suas interações, devem favorecer a atividade da bactéria e de sua enzima.

Com o objetivo de avaliar o efeito da soja crua, como fonte de urease, na amonização do bagaço de cana-de-açúcar através da uréia, SARMENTO et al. (2000) utilizaram quatro níveis de fontes de urease (0; 2,5; 3,75 e 7,5% da MS) em bagaço amonizado com 7,5% de uréia (base da MS), armazenados por um período de 96 dias. Os teores médios de PB e hemicelulose não foram afetados pelos níveis crescentes de urease, entretanto, o teor médio de FDN do bagaço diminuiu. Por outro lado, a adição de fonte de urease até 3,75% (base MS) melhorou a DIVMS do bagaço de cana tratado com uréia, no entanto, altos níveis de soja cruz (7,5%), como fonte de urease, podem causar decréscimos na DIVMS.

De acordo com (GARCIA e PIRES, 1998), interações "quantidade de uréia x tipo de forragem x duração do período de tratamento" devem ser observadas.

As forragens, em geral, apresentam estrutura complexa em sua parede celular, composta, principalmente, das frações de celulose, hemicelulose e lignina (GARCIA e PIRES, 1998). A associação da lignina com as outras duas frações é responsável pela baixa digestibilidade de muitas forragens.

Duas teorias explicam o efeito da amônia sobre a fração fibrosa das forragens, sendo que a primeira, proposta por TORKOV e FEIST (1969), é denominada de "amoniólise". Nesta ocorre reação entre a amônia e um éster, produzindo uma amida. Por outro lado, as ligações do tipo ésteres entre a hemicelulose e a lignina com grupos de carboidratos são rompidas com a conseqüente formação de amida.

A reação de amoniólise pode ser esquematizada com se segue:



em que:

R<sub>1</sub> = molécula de carboidrato estrutural;

R<sub>2</sub> = outra molécula de carboidrato estrutural, ou um átomo de hidrogênio de um ácido carboxílico, ou uma unidade fenil-propano da lignina.

Avaliando o efeito da amonização sobre o feno de *Festuca arundinacea* Schreb., BUETTNER et al. (1982) verificaram a ação da amônia sobre as ligações do tipo ésteres com a conseqüente redução na absorvância para os comprimentos de ondas relativos às ligações do tipo ésteres e aumento nas ligações amidas. Os pesquisadores salientaram que as modificações nas propriedades de absorvância no feno tratado resultaram da quebra de ligações do tipo ésteres por meio de uma reação "amoniólise", com a conseqüente formação de amidas.

A segunda teoria baseia-se na característica da amônia em apresentar alta afinidade com a água, resultando na formação de uma base fraca, o hidróxido de amônio (NH<sub>4</sub>OH), durante o tratamento de forragens úmidas com esse composto. No processo, ocorre hidrólise alcalina resultante da reação do hidróxido de amônio com as ligações ésteres entre os carboidratos estruturais, conforme a reação proposta por BUETTNER (1978):



em que:

R<sub>1</sub> = molécula de carboidrato estrutural;

R<sub>2</sub> = outra molécula de carboidrato estrutural, ou um átomo de hidrogênio de um ácido carboxílico, ou uma unidade fenil-propano da lignina.

No processo de amonização, a base fraca forma-se por meio de reação exotérmica que pode ser constatada pelo aumento da temperatura na forragem em tratamento (KNAP et al., 1975; SUNDSTOL et al., 1978; URIAS et al., 1984).

A alta afinidade da amônia com a água promove expansão da parede celular e ruptura de componentes dos tecidos de forragens amonizadas, que podem ser constatados por meio de estudos de microscopia eletrônica.

## 2.1. Fatores que afetam o processo de amonização

De acordo com SUNDSTOL e COXWORTH (1984) inúmeros fatores podem afetar a eficiência da amonização, destacando-se a quantidade aplicada, o período de tratamento e a umidade da forragem. Além destes, o poder tampão das plantas exerce efeito pronunciado na eficiência do tratamento (DIAS-DA-SILVA e GUEDES, 1990). Nos tratamentos no qual se usa uréia como fonte de amônia, a umidade e a atividade ureática têm influência marcante nas respostas dos volumosos amonizados (SUNDSTOL e COXWORTH, 1984; JOY et al., 1992).

### a) Quantidade aplicada

Um dos primeiros parâmetros estudados no processo de amonização de volumosos foi o efeito das doses de amônia aplicadas (GARCIA e PIRES, 1998). Pelos resultados de vários trabalhos de pesquisa (REIS et al., 1990a e 1990b; REIS e RODRIGUES, 1991; REIS et al., 1991; DOLBERG, 1992; DAMASCENO et al., 1994; REIS et al., 1995; PAIVA et al., 1995a e 1995b; ROSA et al., 1998a e 1998b; SOUZA et al., 1999), pode-se recomendar a utilização de  $\text{NH}_3$  nas dosagens de 2,0 a 3% do peso seco das forragens para maior eficiência do tratamento químico.

Por outro lado, DOLBERG (1992) relata que a maior eficiência do tratamento com uréia pode ser obtido quando o volumoso possui teor de umidade de 30,0% e a uréia é aplicada na dosagem de 4,0 a 8,0% da matéria seca da forragem tratada.

Trabalhos de pesquisa utilizando diferentes níveis de uréia (GROSSI et al., 1993; DAMASCENO et al., 1994; REIS et al., 1995; FISCHER et al., 1996; ROSA et al., 1998a e 1998b; ROSA et al., 2000) comprovam esta recomendação.

### b) Temperatura

As reações químicas que ocorrem com a amonização se processam mais rapidamente em temperaturas mais altas do que nas baixas. Após a aplicação de amônia, a temperatura interna aumenta rapidamente, atingindo valores máximos até seis horas após a aplicação (GARCIA e PIRES, 1998).

A temperatura ambiente tem importante efeito na velocidade de reação entre a  $\text{NH}_3$  e a forragem tratada. Em temperaturas próximas de  $100^\circ\text{C}$ , as reações são quase imediatas, enquanto que, quando próximas de  $0^\circ\text{C}$ , são extremamente lentas (GARCIA e PIRES, 1998).

As variações de temperatura que ocorrem dentro do material amonizado dependem da umidade da forragem, da quantidade de amônia aplicada, da temperatura ambiente e outros fatores.

### c) Tempo de tratamento

O tempo de tratamento depende da temperatura ambiente e esta, por sua vez, influi na velocidade de hidrólise da uréia. Recomenda-se um período mínimo de tratamento de 15 dias no verão e 30 dias nas épocas mais frias. Este período seria suficiente para uma hidrólise quase total da uréia, conforme relata GHATE e BILANSKI (1981) e outros pesquisadores (REIS e RODRIGUES, 1991; DOLBERG, 1992; PAIVA et al., 1995a, 1995b, 1995c; ROCHA et al., 2001).

REIS e RODRIGUES (1991) concluíram que a aplicação de  $\text{NH}_3$  (2,0% na MS) por período superior a 21 dias, pode ser recomendada como método para melhorar a qualidade do capim-elefante cv. Taiwan A-148 colhido no estágio de pós-florescimento.

Com o objetivo de verificar os efeitos da aplicação de três níveis de  $\text{NH}_3$  (0, 2 e 4% da MS), em combinação com três períodos de amonização (7, 21 e 35 dias) na palhada de milho, PAIVA et al. (1995a) verificaram que houve aumento no N total, em função dos níveis crescentes de  $\text{NH}_3$  e das elevações dos períodos de amonização. Por outro lado, a retenção de N (RN) foi reduzida pelo aumento do nível de amônia de 2 para 4% e os períodos de amonização acarretaram incremento na RN, principalmente na palhada tratada com 2% de  $\text{NH}_3$ .

Na mesma linha de trabalho, (PAIVA et al., 1995b) verificaram que, para o período de amonização de 35 dias, houve redução dos teores médios de FDN e de hemicelulose para os três níveis de  $\text{NH}_3$  testados.

Ainda PAIVA et al. (1995c) observaram que as melhores alternativas para a amonização da palhada de milho foram verificadas nas combinações de 2% de amônia e 35 dias de período de amonização ou 4% de amônia e sete dias de período de amonização.

Objetivando determinar os efeitos da aplicação de diferentes níveis de uréia (0, 2, 4 e 6% da MS), em combinação com diferentes períodos de amonização (30 e 60 dias) sobre a composição química e a digestibilidade *in vitro* do capim-Elefante cv. Napier em avançado estágio de maturidade (ROCHA et al., 2001) não observaram influência dos períodos de tratamento. Os mesmos autores relatam que a literatura tem mostrado que o aumento do período de amonização de forragens pode não trazer benefícios em termos de elevação do conteúdo de N total.

#### d) Teor de umidade

O teor de umidade é outro fator importante que determina o efeito do tratamento com  $NH_3$ . Em condições tropicais, onde palhadas e restos de cultura podem apresentar níveis de umidade muito baixos, o umedecimento da forragem é o mais indicado para que se tenha melhor efeito da amonização (GARCIA e NEIVA, 1994).

A uréia deve ser dissolvida em água, sendo que a quantidade pode variar de 0,3 a 1,0 litro por kg de palhada, e depois a solução é aspergida em camadas da forragem tratada (DOLBERG, 1992).

São poucos os trabalhos realizados no Brasil avaliando o efeito do teor de umidade no processo de amonização (DAMASCENO et al., 1994; ROSA et al., 2000). Avaliando a palha de trigo tratada com uréia cristalina (90,7% de MS) ou em solução (60% de MS), nos níveis de 2, 4 e 6% de uréia (base MS), DAMASCENO et al. (1994) concluíram que a eficiência do tratamento com uréia foi dependente do nível de umidade final da palha.

Com o objetivo de avaliar os efeitos de diferentes quantidades de uréia e de água adicionadas em feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, colhido após a queda das sementes, ROSA et al. (2000) observaram que o teor médio de N total aumentou com as doses crescentes de uréia e decresceram com o aumento da quantidade de água adicionada. Não se verificou diferenças significativas entre os teores médios de FDN e de hemicelulose em todos os tratamentos. Por outro lado, as doses de 4 e 6% de uréia (base da MS) com 40% de água adicionada permitiram os menores teores médios de FDA.

#### e) Tipo e qualidade da forragem

A resposta à amonização é variável de acordo com o tipo de forragem tratada, sendo que os resultados de pesquisa mostram efeito mais pronunciado para forragens que apresentam digestibilidade muito baixa (GARCIA e PIRES, 1998).

TEIXEIRA (1990) relata aumentos do teor de PB da ordem de 159,8 e 273,3%, para a palha de milho mais sabugo, e 61,6 e 105,7%, para o capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum), ambos tratados com doses de 1,5 e 3,0% de amônia anidra, respectivamente, comparados aos seus controles.

Palhadas de todos os tipos de cereal podem ser tratadas, sendo que as de arroz podem ser tratadas inteiras, embora se aconselha picar as palhas oriundas de cereais de caules mais duros, como as de trigo (DOLBERG, 1992). O mesmo autor afirma que, em termos relativos, os melhores resultados desse tipo de tratamento são obtidos com os volumosos de pior qualidade.

ROSA (1999) chama a atenção do grande potencial dos resíduos de colheita de sementes de forrageiras na região Centro-Oeste, que poderiam ser amonizados e utilizados na alimentação animal.

#### f) Efeito da amonização sobre o conteúdo de compostos nitrogenados da forragem e a retenção de nitrogênio

Trabalhos conduzidos com fenos de gramíneas, em condições tropicais, mostram elevação nos teores de N total (REIS et al., 1990a; 1990b; 1991 e 1993; ROSA et al., 1998a) com a amonização dos mesmos.

Em quase sua totalidade, os trabalhos com amonização mostram que, à medida que se aumentam os níveis de amônia ou de uréia, a quantidade de nitrogênio recuperada diminui (GARCIA e PIRES, 1998).

Resultados obtidos por PAIVA et al. (1995a), mostram que a retenção de nitrogênio na palhada de milho foi menor quando o nível de amônia foi aumentado de 2,0 para 4,0%, e a elevação dos períodos de amonização acarretou incremento na retenção de nitrogênio na palhada de milho, principalmente na tratada com 2,0% de amônia anidra.

Avaliando o feno de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, ROSA et al. (1998a) verificaram redução do N fixado (% do N adicionado) de 62,2 para 50,8, quando tratado, respectivamente, com 2 e 3% de amônia (base

da MS) e de 57,8 para 53,6 do N fixado (% do N adicionado) com o aumento das doses de 3,6 para 5,4% de uréia (base da MS), respectivamente (Tabela 1).

A aplicação de dióxido de enxofre e o aumento da umidade da forragem tratada são procedimentos que estão sendo utilizados com a finalidade de promover maior retenção de N em forragens amonizadas.

O aumento do conteúdo de nitrogênio total, em forragens amonizadas, tem apresentado grande variação. Isto pode ser devido à vários fatores, tais como: níveis de amônia ou de uréia aplicados, período de amonização, temperatura ambiente, teor de umidade e qualidade da forragem tratada (GARCIA e PIRES, 1998).

Valores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) têm sido utilizados por alguns pesquisadores como indicadores da quantidade de compostos nitrogenados amoniacais, ligados covalentemente aos compostos da fração fibrosa das forragens tratadas com amônia.

A importância do conhecimento dos teores de NIDA dos alimentos baseia-se no fato de que os compostos nitrogenados presentes nesta forma são indisponíveis para o animal (NRC, 1985; AFRC, 1992). Na maioria dos alimentos concentrados, os teores de compostos nitrogenados presentes como NIDA são inferiores a 10%, observando-se valores mais elevados para o NIDA nos alimentos volumosos ou em forragens amonizadas.

Forragens com teores de NIDA superiores a 20,0% do nitrogênio total têm sua utilização comprometida em razão de reduções na disponibilidade de nitrogênio e na digestibilidade da matéria seca (VAN SOEST e MANSON, 1991).

Como conseqüência da amonização, ocorre, ainda, aumento nos teores de nitrogênio não-protéico (NNP), de acordo com os trabalhos de BUETTNER et al. (1982) e ROSA et al. (1998a). Assim, a forragem

Tabela 1. Fracionamento do nitrogênio do feno de *Brachiaria decumbens* amonizado.

Parâmetros	Testemunha	NH <sub>3</sub> (3,0% da MS)	Uréia (5,4% da MS)
N adicionado (g/kg de MS)	---	24,6	24,8
N total (g/kg MS)	7,0	19,5	20,3
NIDA (g/kg MS)	2,4	3,1	2,8
NIDN (g/kg MS)	4,1	6,2	4,6
N-NH <sub>3</sub> (g/kg MS)	0,4	5,6	5,9
NNP (g/kg MS)	2,0	11,2	12,8

Fonte: ROSA et al. (1998a).

amonizada passa a ser uma fonte de NNP para a síntese de proteína pelos microrganismos do rúmen, desde que haja energia disponível.

### g) Efeitos da amonização sobre os constituintes da parede celular

Os efeitos da amonização sobre a estrutura da fibra dos volumosos inclui a solubilização da hemicelulose, o aumento da digestão da celulose e da hemicelulose em razão da expansão da fração fibrosa (JACKSON, 1997; KLOPFENSTEIN, 1978). A celulose se expande quando tratada com agentes alcalinos e isto reduz as ligações intermoleculares das pontes de hidrogênio, as quais ligam as moléculas de celulose (JACKSON, 1979). Parte da lignina e sílica é dissolvida durante a amonização e as ligações intermoleculares do tipo éster entre o ácido urônico da hemicelulose e da celulose são também rompidos (VAN SOEST, 1994).

A maioria das pesquisas a respeito de amonização de forragens, subprodutos da agroindústria e restos de cultura em geral tem mostrado que a amonização, geralmente, promove alterações físico-químicas nos teores dos constituintes da parede celular (GARCIA e PIRES, 1998). Possivelmente, essas alterações resultantes da amonização são o mais importante efeito causado nas forragens tratadas. As alterações provocadas por produtos alcalinos nos constituintes da parede celular variam em função de alguns fatores, tais como níveis a serem aplicados, qualidade da forragem, teor de umidade, período de tratamento e temperatura ambiente ou de tratamento.

Os resultados, da maioria dos trabalhos, têm mostrado decréscimo consistente nos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e hemicelulose, quando se aumentam as doses de amônia (REIS et al., 1990a; REIS et al., 1991; GROSSI et al., 1993; REIS et al., 1993; REIS et al., 1995; PAIVA et al., 1995b; FISCHER et al., 1996; ROSA et al., 1998a; ROSA et al., 2000).

A redução no conteúdo de FDN em forragens amonizadas tem sido, geralmente, atribuída à solubilização parcial da hemicelulose ou da hemicelulose e da lignina (GARCIA e PIRES, 1998). Essas suposições baseiam-se no fato de que a maioria das forragens submetidas a esse tipo de tratamento não apresenta diminuição dos outros constituintes da parede celular e, quando isso ocorre, é, proporcionalmente, em magnitude menor.

Os efeitos da amonização sobre os teores de fibra em detergente ácido (FDA), de celulose e de lignina têm sido variáveis, visto que os

trabalhos têm mostrado aumentos, reduções ou inalterações nos teores de FDA, de celulose e de lignina (REIS et al., 1990a; REIS et al., 1991; GROSSI et al., 1993; REIS et al., 1993; REIS et al., 1995; PAIVA et al., 1995b; FISCHER et al., 1996; ROSA et al., 1998a; ROSA et al., 2000).

Os aumentos que têm sido verificados nos conteúdos de FDA, de celulose e de lignina, em forragens amonizadas, são em decorrência, provavelmente, do efeito de concentração causado pela diminuição de um ou mais constituintes da parede celular (GARCIA e PIRES, 1998). Têm-se considerado, também, que parte do aumento dos teores de FDA e de lignina pode ser devido à reação tipo Maillard e, ou, à ligação do N adicional à lignina.

Tabela 2. Composição química de gramíneas tropicais colhidas após a maturação das sementes, não tratadas e amonizadas.

Parâmetros	<i>Brachiaria brizantha</i> *			<i>Brachiaria decumbens</i> **		
	NT	NH <sub>3</sub> (3,0% MS)	Uréia (5,4% MS)	NT	NH <sub>3</sub> (3,0% MS)	Uréia (5,4% MS)
FDN (% MS)	81,4	70,5	76,4	82,2	78,5	77,5
FDA (% MS)	50,5	50,0	49,3	46,2	47,0	45,2
HEM	30,8	21,6	30,0	36,0	31,5	32,3
CEL	43,0	41,6	39,0	38,2	38,6	38,7
LIG (% MS)	7,5	7,2	7,3	8,0	7,9	6,5
PB (% MS)	2,5	10,8	18,0	4,4	11,9	12,5
DIVMS (%)	41,1	62,0	56,0	52,9	64,6	60,0

Fonte: \*REIS et al. (1995) \*\*ROSA et al. (1998a).

#### h) Efeito da amonização sobre a digestibilidade e o consumo voluntário

O valor nutritivo de uma forragem não depende apenas dos teores de nutrientes nela presentes, mas, também, da sua digestibilidade, dos produtos da digestão e do consumo pelos animais. No caso de forragens de baixa qualidade, o consumo passa a ser o fator principal.

A determinação da digestibilidade de forragens amonizadas é considerado procedimento de grande importância, quando se pretende avaliar a eficiência da amonização, porque a degradação e o consumo de forragem estão, geralmente, correlacionados (GARCIA e PIRES, 1998).

Segundo KLOPFENSTEIN (1978), o modo de ação da amônia seria por meio da solubilidade parcial da fração hemicelulolítica, levando a um aumento da digestibilidade da parede celular. Autores têm relatado que a amonização causa expansão da celulose, facilitando, assim, o ataque da

parede celular pelos microrganismos do rúmen. Tudo isso pode ser resultante da quebra das pontes de éster entre lignina e carboidratos estruturais causada pelo amonização (BUETTNER, 1982).

Segundo Manson e colaboradores, em 1988, citados por GOTO et al. (1993), o aumento da digestibilidade de forragens amonizadas também tem sido atribuído a fatores antiqualitativos, como compostos fenólicos e grupo acetil. A redução dos compostos fenólicos e do grupo acetil pela amônia resulta em correlação positiva com a digestibilidade. Isto ocorre em razão desses compostos serem tóxicos aos microrganismos do ruminais.

Os compostos fenólicos são encontrados em toda a estrutura vascular das plantas e são derivados da mesma via biossintética da lignina (JUNG e FAHEY JR, 1983), sendo os mais comuns os ácidos p-cumáricos, ferúlicos, difenílico e vanílico.

A determinação da digestibilidade das forragens amonizadas, mediante alimentação com animais, tem sido o método convencional de avaliação do seu valor nutritivo. Além de requerer que todo o alimento e material fecal sejam pesados cuidadosamente e analisados em seus componentes químicos, com duração mínima de 21 dias, pelo menos quatro animais e quantidades consideráveis de forragens, o método é limitado para descrever os efeitos em todo o trato digestivo, pois não permite diferenciação entre o que é degradado no rúmen e o que é digerido pós-ruminalmente.

Uma das particularidades deste método é o uso generalizado de ovinos, ainda que a maioria dos alimentos para ruminantes seja consumida por bovinos.

Dadas as limitações apontadas para o método *in vivo* tem-se desenvolvido diversas metodologias para substituí-la, entre as quais, o método *in vitro* de TILLEY e TERRY (1963), que é um dos mais usados. Conquanto os valores obtidos por este método possam ser usados para comparar forragens amonizadas, eles não podem fornecer informações sobre o consumo. Além disso os valores obtidos podem ser diferentes dos da digestibilidade aparente. Tem-se observado que este método subestima a digestibilidade naquelas faixas inferiores a 65%, o que pode ser devido à falta de tempo de fermentação com o líquido ruminal, especialmente nas forragens de baixa qualidade (CERDA et al., 1987).

A discrepância entre os valores da digestibilidade medida *in vitro* e *in vivo* tem sido notada, existindo evidências de que a baixa taxa de digestão no rúmen e a passagem mais rápida possam ser sugeridas como explicações

parciais (BERGER et al., 1980). Entretanto, o aparecimento de compostos de lignina solúveis também poderia contribuir para esta diferença e resultar em estimativas *in vitro* falsamente altas (VAN SOEST et al., 1983/1984).

Um método alternativo, dentre os que se realizam *in vivo*, é o da técnica *in situ* utilizando sacos de náilon em bovinos fistulados no rúmen, que permite a avaliação rápida e simples da degradação da forragem contida nesses sacos em função do tempo de incubação ruminal, que além de servir para estimar os valores da digestibilidade, permite avaliar a taxa de degradação das forragens e seus componentes nutritivos, bem como estudar a velocidade de degradação dos nutrientes no rúmen (ORSKOV et al., 1980; SAMPAIO, 1988).

O consumo está associado com a digestibilidade e não pode ser tratado como uma variável independente, sendo que a digestibilidade e o consumo são positivamente correlacionados no caso de dietas de baixa qualidade, e os animais são incapazes de consumir a energia necessária (VAN SOEST, 1994).

Com o objetivo de avaliar os efeitos da aplicação de amônia sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) dos fenos de três gramíneas tropicais, colhidas no estágio de pós-florescimento, REIS et al. (1990a) observaram valores de 50,0; 53,2 e 58,3% nos fenos dos capins andropogon, *Brachiaria decumbens* e jaraguá, respectivamente quando tratados com  $\text{NH}_3$  (3,0% da MS).

Avaliando os efeitos dos níveis de  $\text{NH}_3$  (1,5 e 3,0% da MS) sobre a digestibilidade e o consumo voluntário, determinados com ovinos alimentados com o feno de *Brachiaria decumbens*, colhido no estágio de pós-florescimento, REIS et al. (1990b), verificaram que os tratamentos proporcionaram aumentos nos coeficientes de digestibilidade da MS, da FDN, da FDA, da Hemicelulose, da celulose e de proteína bruta, bem como consumo médio de MS (53,3; 59,7 e 62,1  $\text{k/kg}^{0,75}/\text{dia}$ ) e balanço de N (0,33; 2,45 e 2,72 g/dia), respectivamente para o feno controle e os que receberam  $\text{NH}_3$  (1,5 e 3,0% da MS), sendo os resultados mais significativos com o uso de 3,0% de amônia.

A DIVMS dos fenos de capim Gordura e *Brachiaria decumbens*, colhidos no estágio de pós-florescimento, aumentou com a aplicação de  $\text{NH}_3$  (2, 4 e 6% da MS), em estudo realizado por REIS et al. (1991), em relação ao feno não tratado, principalmente nos níveis de 4 e 6%.

Avaliando o feno de capim Coastcross, colhido no estágio de pós-

florescimento e tratado com  $\text{NH}_3$  (3,5% da MS) ou com uréia (6,4% da MS), MARTINS (1992) encontrou valores não significativos para a DIVMS de 43,7; 46,9 e 50,1%, respectivamente para o feno não tratado e tratado com amônia ou com uréia. No mesmo trabalho, esse autor estudou a degradabilidade *in situ* e constatou aumento na degradabilidade potencial da MS (55,7; 63,3 e 69,8%) e da FDN (54,1; 62,8 e 68,0%), após 96 horas de incubação, respectivamente para o feno não tratado ou amonizado com uréia ou com amônia.

Avaliando o feno do capim *Brachiaria decumbens*, tratado com diferentes níveis de  $\text{NH}_3$  (1,5 e 3,0% na MS), REIS et al. (1993) verificaram aumentos significativos na DIVMS (de 36,8 para 49,7 e 54,3%) com níveis crescentes de amônia aplicados, em relação ao feno não tratado.

Com o objetivo de determinar os efeitos da amonização (0 e 3,0% de  $\text{NH}_3$  na MS) sobre a DIVMS dos resíduos de aveia-preta, aveia-amarela e trigo, REIS et al. (1993) verificaram aumento na DIVMS de 52,2 para 64,7% com a amonização.

Avaliando os efeitos da adição de  $\text{NH}_3$  (3,0% da MS) ou da uréia (5,4% da MS) às palhas de triticale, aveia, casca de arroz e feno de capim Coastcross, GROSSI et al. (1993) verificaram que a DIVMS, exceto no feno de Coastcross, aumentou em todos os volumosos.

Avaliando os efeitos da amonização sobre as características de degradação da MS *in situ* da palha de trigo, DAMASCENO et al. (1994) verificaram que a adição de uréia em solução (60% de MS) nos níveis de 4 e 6% propiciou acréscimo de 11,8 e 12,0 unidades percentuais na extensão do desaparecimento da MS, respectivamente.

Ao avaliar os efeitos da aplicação de  $\text{NH}_3$  (3,0% da MS) ou da uréia (5,4% da MS) sobre a DIVMS da palha de arroz e do feno do capim Braquiarão colhido após a queda das sementes, REIS et al. (1995), verificaram que a palha de arroz apresentou maior DIVMS (59,3%) do que o feno de Braquiarão (53,0%). Por outro lado, observaram que a amonização com amônia apresentou maior efeito (64,4%) quando comparada ao uso da uréia (57,9%). Também FISCHER et al. (1996), estudando os efeitos da adição de uréia (0,0 e 4,0% da MS) sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO), verificaram que a adição de uréia elevou a DIVMO de 51,05% para 55,15%.

ROSA et al. (1998a), avaliando o valor nutritivo do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk não tratado ou amonizado com

NH<sub>3</sub> (2,0 e 3,0% da MS) e com uréia (3,6 e 5,4% da MS), observaram que a amonização aumentou a DIVMS de 52,93 para 64,13; 64,62; 60,00 e 60,50% e da DIVMO de 52,96 para 64,62; 65,20; 60,56 e 61,74%, respectivamente para o feno não tratado ou amonizado com os referidos níveis de amônia ou de uréia. Não houve efeito significativo dos níveis crescentes de amônia ou de uréia aplicados sobre os valores da DIVMS e DIVMO. No mesmo experimento (ROSA et al., 1998b), observaram taxas de desaparecimento da MS de 66,2; 78,7; 78,1; 75,1 e 76,0% com tempo de incubação de 96 horas em avaliação *in situ*. Por outro lado, utilizando caprinos machos, observaram que houve aumento nos consumos médios diários de MS digestível, de MO digestível, de proteína digestível e de energia digestível, bem como aumento médio de 5,8; 6,0; 8,3; 6,4; 11,4; 7,2 e 4,3 unidades percentuais, respectivamente, para a digestibilidade aparente da MS, da MO, da FDN, da FDA, da HEM e da Celulose do feno não tratado para o feno amonizado

#### j) Efeito da suplementação protéica e energética na alimentação de bovinos com forragens amonizadas

Nos estudos desenvolvidos para se avaliar o valor nutritivo de volumosos amonizados, a inclusão de fontes de energia e, ou, proteína tem proporcionado aumentos substanciais na eficiência de utilização da forragem tratada ( PEREIRA et al., 1993; REIS et al., 1995).

Em estudo realizado utilizando-se feno de *Brachiaria decumbens* colhido após a degrana natural das sementes, para avaliar as seguintes dietas isoprotéicas (12,0% de PB): FA-feno do capim braquiária suplementado com farelo de algodão; FNH<sub>3</sub>- feno do capim braquiária tratado com 3,0% de NH<sub>3</sub>; FNH<sub>3</sub>Mi- feno de capim braquiária tratado com 3,0% de NH<sub>3</sub> e suplementado com milho; FAMi- feno do capim braquiária suplementado com fontes energética e protéica, PEREIRA et al. (1993), em ensaio com ovinos, concluíram que a suplementação energética não teve efeito na digestibilidade dos fenos, tratados ou não com amônia.

Também em ensaio com ovinos, conduzido para avaliar os efeitos da amonização com NH<sub>3</sub> (3,0% da MS) e a suplementação protéica (8,0; 16,0 e 32,0% de Promil 21) sobre a digestibilidade aparente da palha de aveia preta, REIS et al. (1995) observaram que o tratamento químico aumentou a digestibilidade da MS (51,2 e 56,7%), da FDN (53,8 e 60,4%), da FDA (47,5 e 54,5%), da HEM

(61,9 e 69,2%) e da celulose (53,7 e 60,9%), sem contudo, afetar a digestibilidade da FB (63,5 e 66,3%) e da EB (54,7 e 58,2%). Entretanto, a suplementação protéica não influenciou a digestibilidade da palha.

#### 1) Validação dos resultados

São poucos os trabalhos de pesquisa que procuram validar os resultados em sistemas de criação (QUEIROZ et al., 1992; OLIVEIRA et al., 1993; REIS et al., 1995; FERNANDES, 1999).

Em experimento conduzido para avaliar o efeito da utilização da palha de trigo amonizada com NH<sub>3</sub> (3,0% da MS), em um sistema de manejo alimentar para vacas de corte em gestação: A- palha de trigo amonizada mais suplemento à base de milho; B- palha de trigo não tratada mais suplemento à base de farelo de soja e C- palha de trigo não tratada mais feno de gramíneas, sobre a mudança de peso e escore de condição corporal, QUEIROZ et al. (1992) concluíram que as vacas recebendo ração com palha de trigo amonizada ganharam 16,0 kg e mantiveram escore de condição corporal durante o período de 87 dias do experimento, enquanto que as vacas recebendo ração com palha de trigo não tratada ganharam 1,9 kg e as vacas recebendo palha de trigo não tratada mais feno de gramíneas perderam 21,6 kg durante o mesmo período. A ingestão diária de matéria seca pela vacas que receberam palha de trigo amonizada foram 13,0% e 7,0% superior ao consumo das vacas que receberam palha de trigo não tratada ou tratada mais feno de gramíneas, respectivamente. Os resultados obtidos sugerem que a palha de trigo amonizada pode ser utilizada em manejo alimentar alternativo para vacas de corte em gestação, nos primeiros dois terços iniciais de período de gestação.

Em ensaio para avaliar o efeito da amonização no desempenho de novilhos de corte alimentados com palha de arroz, sendo que o lote testemunha recebeu, à vontade, palha de arroz não tratada, e o outro lote teve à sua disposição palha de arroz previamente amonizada com NH<sub>3</sub> (3,0% da MS), OLIVEIRA et al. (1993) concluíram que: o trabalho serviu para demonstrar a eficiência da amônia anidra na melhoria do valor nutritivo e aceitabilidade da palha de arroz por novilhos de corte mantidos em confinamento (Tabela 3); os animais que receberam como fonte volumosa a palha de arroz amonizada apresentaram desempenho significativamente superior aos animais que receberam palha de arroz sem tratamento com

amônia; o ganho de peso dos animais que receberam palha de arroz amonizada foi 73,7% superior àquele obtido por novilhos com palha de arroz não tratada; a conversão alimentar também foi significativamente melhorada e os animais que receberam palha não tratada com amônia precisaram 30,6% mais alimentos que os animais que receberam palha amonizada, para produzir um quilograma de carne (Tabela 4); a amonização, portanto, elevou o teor protéico, o consumo voluntário e a digestibilidade do alimento volumoso, resultando em melhor velocidade de crescimento do animal e uso mais eficiente da ração, sendo recomendável a sua utilização no tratamento de palhadas ou de outros volumosos de valor nutritivo similar.

Tabela 3. Percentuais de proteína bruta, constituintes da parede celular e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da palha de arroz não tratada e tratada com 3,0% de amônia.

Variáveis (% da matéria seca)	Palha amonizada	Palha não amonizada
Proteína bruta	9,29	4,71
Fibra em detergente neutro	74,38	76,89
Fibra em detergente ácido	49,39	48,76
Hemicelulose	24,99	28,13
Celulose	36,03	37,53
Lignina	4,33	3,95
DIVMS	32,33	24,47

Fonte: OLIVEIRA et al. (1993).

Tabela 4. Consumo de alimentos e desempenho de novilhos alimentados com palha de arroz amonizada e não amonizada.

Variáveis	Palha amonizada	Palha não tratada
Peso inicial (kg)	237,00	228,00
Peso final (kg)	320,00	276,00
Ganho de peso no período (kg)	83,02	47,50
Consumo de concentrado (kg/dia)	4,00	4,00
Consumo de palha de arroz (kg/dia)	5,40	3,06
Ganho médio diário (g/dia)	0,99	0,57
Conversão alimentar	9,49	12,39

Fonte: OLIVEIRA et al. (1993).

Em ensaio realizado por REIS et al. (1995) foram avaliados os efeitos da amonização (3,0 de NH<sub>3</sub> na MS) e da suplementação protéica e, ou, protéica/

energética da palha de arroz e do feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú sobre o ganho de peso de bovinos. Os resultados permitiram concluir que: a amonização foi um processo eficiente para melhorar o valor nutritivo dos volumosos estudados, especialmente da palha de arroz., todavia, o ganho de peso e a conversão alimentar dos novilhos não foram afetados nem pela amonização nem pela suplementação protéica/energética (Tabela 5); a amonização resultou em aumento no consumo de matéria seca. Neste experimento a análise de custos demonstrou que a amonização pode aumentar a rentabilidade, dependendo da qualidade do volumoso utilizado (Tabela 6).

FERNANDES (1999), avaliando o feno de *Brachiaria decumbens*, colhido após a queda natural das sementes, submetido aos seguintes tratamentos: feno não tratado mais farelo de soja, feno tratado com amônia (3,0% da MS) mais milho grão e feno amonizado com uréia (5,0% da MS) mais milho grão, sendo que nos tratamentos com amônia e uréia a quantidade de milho foi a suficiente para fornecer a mesma quantidade de energia fermentável fornecida pelo farelo de soja no tratamento testemunho. O autor pode concluir que: a amonização foi um processo eficiente para melhorar o valor nutritivo do volumoso de baixa qualidade, principalmente com amônia anidra; não houve diferença significativa no desempenho dos bovinos alimentados com os fenos amonizados com amônia e feno não tratado, sendo que os animais alimentados com o feno tratado com uréia obtiveram o mais baixo desempenho e que os resultados mostram que a amonização se torna viável, a partir do momento em que a forragem a ser tratada seja de baixo custo, e que o tratamento com uréia necessita ser melhor estudado, para melhorar a sua eficiência em condições práticas.

Tabela 5. Ganho de peso (GP), ingestão (ING) e conversão alimentar (CA) de novilhos alimentados com diferentes rações.

Rações	GP (kg/dia)	ING. MS total (% PV)	ING. MS volumosos (% PV)	CA
PA+0,64 kg Mi+0,96 kg FA*	0,50A	2,23B	1,74B	14,9 <sup>A</sup>
PA-NH <sub>3</sub> +1,5 kg Mi	0,60A	2,87A	2,12A	18,4 <sup>A</sup>
FB+0,64 kg Mi+0,96 kg FA	0,34A	2,37B	1,50B	16,1 <sup>A</sup>
FB-NH <sub>3</sub> +0,84 kg Mi+0,36 kg FA	0,71A	2,82A	2,24A	16,6 <sup>A</sup>

Médias seguidas de mesmas letras, não diferem (P>0,05) pelo teste Tukey.

PA- Palha de arroz; FB- Feno de *Brachiaria brizantha*; NT- não tratado; NH<sub>3</sub>- (3,0% na MS); Mi- Milho; FA- Farelo de algodão.

Fonte: REIS et al. (1995).

Tabela 6. Custo adicional (US\$) da suplementação e da amonização, considerando o consumo diário das rações.

Tratamentos	Custo (US\$)			Ganho Líquido (US\$)	Ganho Líquido/custo
	Milho	Farelo de algodão	Volumosos Amonizados		
R <sub>1</sub>	0,09	0,14	--	0,23	0,36
R <sub>2</sub>	0,21	--	0,18	0,39	0,43
R <sub>3</sub>	0,09	0,14	--	0,23	0,25
R <sub>4</sub>	0,12	0,05	0,18	0,35	0,52

#### m) Sugestões para novas pesquisas

- Avaliar o consumo voluntário, o ganho de peso, a produção de leite e a conversão alimentar fazendo-se a relação custo/benefício.
- Estudos para melhorar o entendimento da suplementação protéica, energética ou protéica/energética com uso de volumosos de baixa qualidade e amonizados.
- Avaliar o potencial dos resíduos de colheita de sementes de plantas forrageiras nos sistemas de produção tanto de corte quanto de leite.
- Deve-se avaliar os efeitos da amonização utilizando-se os métodos multivariados de Análise dos Componentes Principais (ACP) e de Análise de Agrupamento (AA), seguindo o trabalhos de DASCENO et al. (1994).

#### n) Sugestões para o trabalho de extensão

- Deve-se avaliar o porque da baixa adoção da tecnologia de amonização pelos produtores.
- Na geração e difusão da tecnologia de amonização não se observa ênfase no envolvimento com os produtores.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFRC-AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. Nutritive requirements of animals: protein. *Nutr. Abstr. Review.* (Série B), v. 62, n. 12, p.787-835, 1992.

- BERGER, L.L.; KLOPENSTEIN, T.J.; BRITTON, R.A. Effect of sodium hydroxide on rate of passage and rate of ruminal fiber digestion. *J. Anim. Sci.*, v. 50, n.4, p. 745-749, 1980. VAN SOEST, P.J.,
- BUETTNER, M.R. *Effects of ammoniation on the composition and digestion of forage fiber.* West Lafayette, Purdue University, 1978. N.p.
- BUETTNER, M.R.; LECHTENBERG, V.L.; HENDRIX, K.S. et al. Composition and digestion of ammoniated tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) hay. *J. anim. Sci.*, v.54, n.1, p.173-178, 1982.
- CERDA, D.A.; MANTEROLA, H.B.; SIRHAN, L.A. et al. Validación y estudios comparativos de métodos estimadores de la digestibilidad aparente de alimentos para rumiantes. III. Estudio de factores que afectan los métodos de digestibilidad *in vitro* e *in situ*. *Revista Prod. Anim.*, v. 12., n. 1-2, p. 77-86, 1987.
- CORSI, M.; MARTA JR., G.B.; BALSALOBRE, M.A.A. et al. Tendências e perspectivas da produção de bovinos sob pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 17., Piracicaba, 2000. *Anais...* Piracicaba:SBZ, 2000. 68p.
- DAMASCENO, J.C.; PRATES, E.R.; PIRES, F.F. et al. Efeito de níveis e formas de aplicação da uréia sobre a qualidade da palha de trigo. *Revista UNIMAR*, v.16, Suplemento 1, p. 137-147, 1994.
- DIAS-DA-SILVA, A.A.D.; GUEDES, C.V.M. Variability in the nutritive value of cultivars of wheat, rye and triticale and response to urea treatment. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v. 28, n. 1, p. 79-89, 1990.
- DOLBERG, F. Progressos na utilização de resíduos de culturas tratadas com uréia-amônia. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM RUMINANTES. Lavras, 1992. *Anais...* Lavras, 1992. p. 322-337.
- FERNANDES, L.O. *Qualidade do feno de Brachiaria decumbens Stapf submetido a amonização.* Jaboticabal, 1999. 69p. (Dissertação de Mestrado-Curso de Zootecnia, área de concentração em Produção Animal).
- FERREIRA, A.M.; HARTLEY, R.D. Chemical properties of fibre in relation to nutritive quality of ammonia-treated forages. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, v. 10, n. 2, p. 156-164, 1983/1984.
- FISCHER, V.; PRATES, E.R.; MUHLBACH, P.R.F. et al. Efeito do tratamento a campo da palha de arroz com uréia sobre a conservação, composição química e digestibilidade. *Revista Soc. Bras. Zootec.*, v. 25, n. 5, p. 837-843, n 1995.
- GARCIA, R. Amonização de forragens de baixa qualidade e a utilização na alimentação de ruminantes. In: SIMPÓSIO DE UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS E RESÍDUOS DE COLHEITA NA

- ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 1., São Carlos, 1992. *Anais...* São Carlos:EMBRAPA/UEPAE, 1992. p.83-97.
- GARCIA, R. e NEIVA, J.N.M. Utilização da amonização na melhoria da qualidade de volumosos para ruminantes. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 5., Salvador, 1994. *Anais...* Salvador: Sociedade Nordestina de Produção Animal, 1994. p.41-61.
- GARCIA, R. e PIRES, A.J.V. Tratamento de volumosos de baixa qualidade para utilização na alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, Viçosa, 1998. *Anais...* Viçosa:AMEZ, 1998. p. 33-60.
- GOTO, M.; YOKOE, Y.; TAKABE, K. et al. Effects of gaseous ammonia on chemical and structural features of cell walls in spring barley straw. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v. 40, p. 207-221, 1993.
- GROSSI, S.F.; REIS, R.A.; EZEQUIEL, J.M.B. et al. Tratamento de volumosos com amônia anidra ou com uréia. *Revista Soc. Bras. Zootec.*, v.22, n.4, p.651-660, 1993.
- JAKCSON, M.G. Review article: the alkali treatment of straws. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v. 2, n. 2, p. 105-130, 1977.
- JOY, M.; ALIBÉS, X. e MUÑOZ, F. Chemical treatment of lignocellulosic residues with urea. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.38, n.3-4, p. 319-333, 1992.
- JUNG, H.G.; FAHEY JR., G.C. Nutritional implication of phenolics monomers and ligni: A review. *J. Anim. Sci.*, v. 57, p. 206-219, 1983.
- KLOPFENSTEIN, T.J. Chemical treatment of crops residues. *J. Anim. Sci.*, v. 46, n. 3, p. 841-848,, 1978.
- KNAPP, W.R.; HOLT, D.A. e LECHTENBERG, V.L. Hay preservation and quality improvement by anhydrous ammonia treatment. *Agronomy Journal*, v.67, p.766-769, 1975.
- MARTINS, R.O. *Composição química e degradabilidade in situ do feno de capim Coastcross tratado com amônia anidra ou com uréia*. Jaboticabal, 1992. 45p. (Trabalho apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Câmpus de Jaboticabal, para graduação em Zootecnia).
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Ruminant nitrogen usage*. Washington: National Academy of Science, 1985. 158p.
- OLIVEIRA, E.R.; LIMA, J.O.A.A.; ALMEIDA, S.A. et al. *Efeito da amonização no desempenho de novilhos de corte alimentados com palha de arroz*. Goiânia, 1993. p. 9. (EMBRAPA-CPATC. Comunicado Técnico, 2).
- ORSKOV, E.R.; DEB HOVEL, F.D.; MOULD, F. Uso de la tecnica de al bolsa de nylon para la evaluacion de los alimentos. *Prod. Anim. Trop.*, v. 5, p. 213-233, 1980.
- PAIVA, J.A.J.; GARCIA, R.; QUEIROZ, A.C. et al. Efeito dos níveis de amônia anidra e períodos de amonização sobre os teores dos compostos nitrogenados e retenção de nitrogênio na palhada de milho (*Zea mays* L.). *Revista Soc. Bras. Zootec.*, 24, n.5, p.683-692, 1995a.
- PAIVA, J.A.J.; GARCIA, R.; QUEIROZ, A.C. et al. Efeito dos níveis de amônia anidra e períodos de amonização sobre a degradabilidade da matéria seca e dos constituintes da parede celular na palhada de milho (*Zea mays* L.). *Revista Soc. Bras. Zootec.*, 24, n.5, p.683-692, 1995b.
- PAIVA, J.A.J.; GARCIA, R.; QUEIROZ, A.C. et al. Efeito dos níveis de amônia anidra e períodos de amonização sobre os teores dos constituintes da parede celular na palhada de milho (*Zea mays* L.). *Revista Soc. Bras. Zootec.*, 24, n.5, p.683-692, 1995c.
- PEREIRA, J.R.A., EZEQUIEL, J.M.B., REIS, R.A. et al. Efeitos da amonização sobre o valor nutritivo do feno de capim-braquiária. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 28, n. 12, p. 1451-1455, 1993.
- QUEIROZ, A.C.; LEMENAGER, R.P.; HENDRIX, K.S. et al. Sistema de manejo alimentar para vacas de corte em gestação utilizando palha de trigo amonizada. *Revista Soc. Bras. Zootec.*, v. 21, n. 6, p. 1014-1028.
- REIS, R.A. e RODRIGUES, L.R.A. *Amonização de volumosos*. Jaboticabal:FUNEP, 1993. 22p.
- REIS, R.A. e RODRIGUES, L.R.A. Avaliação da qualidade da forragem do capim-elfante cv. Taiwan A-148 colhido após o florescimento e submetido a amonização. *Ars. Veterinária*, v.7, n.2, p. 151-159, 1991.
- REIS, R.A.; ANDRADE, P. RODRIGUES, L.R.A. et al. Palha de arroz e feno de *Brachiaria brizantha* amonizados e suplementados com energia ou proteína na alimenta de bovinos. *Revista Soc. Bras. Zotec.*, v.24, n.5, 832-840, 1995.
- REIS, R.A.; GARCIA, R.; QUEIROZ, A.C. et al. Efeitos da amonização sobre a qualidade dos fenos de gramíneas tropicais. *Pesq. Agropec. Brasileira*, v.26, n.8, p.1183-91, 1991.
- REIS, R.A.; GARCIA, R.; QUEIROZ, A.C. et al. Efeitos da aplicação de amônia anidra sobre a composição química e digestibilidade *in vitro* dos fenos de três gramíneas forrageiras de clima tropical. *Revista Soc. Bras. Zoot.*, v.19, n.3, p.219-224, 1990a
- REIS, R.A.; GARCIA, R.; SILVA, D.J. et al. Efeitos da aplicação de amônia anidra sobre a digestibilidade dos feno do capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf). *Revista Soc. Bras. Zoot.*, v.19, n.3, p.219-224, 1990b.

- REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A. e PEDROSO, P. Avaliação de fontes de amônia para o tratamento de volumosos de baixa qualidade. *Revista Soc. Bras. Zootec.*, v.24, n. 4, p.486-493, 1995.
- ROCHA, F.C.; GARCIA, R.; FREITAS, A.W.P. et al. Níveis de uréia e períodos de amonização sobre o valor nutritivo da silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. Cv. Napier). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba, 2001. *Anais...* Piracicaba:FEALQ, 2001. p.373-375.
- ROSA, B. Aproveitamento de resíduos agroindustriais na alimentação de bovinos de corte. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, Goiânia, 1999. *Anais...* Goiânia:CBNA, 1999. p. 153-170.
- ROSA, B.; REIS, R.A.; RESENDE, K.T. et al. Avaliação *in situ* do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Basilisk submetido a tratamento com amônia anidra ou com uréia. *Acta Scientiarum*, v. 20, n.3, p. 317-323, 1998b.
- ROSA, B.; REIS, R.A.; RESENDE, K.T. et al. Valor nutritivo do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Basilisk submetido a tratamento com amônia anidra ou com uréia. *Revista Soc. Bras. Zootec.*, v.27, n. 4, p.815-822, 1998a.
- ROSA, B.; SOUZA, H. e RODRIGUES, K.F. Composição química do feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu tratado com diferentes proporções de uréia e de água. *Ciência Animal Brasileira*, v. 1, n.2, p.107-113, 2000.
- SAMPAIO, I.B.M. *Experimental designs and modeling techniques in the study of roughes degradation in rumen and growth of ruminants*. Reading, 1988. 228p. (PhD Tesis-University of Reading).
- SARMENTO, P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V. et al. Níveis de grãos de soja como fonte de urease no tratamento do bagaço de cana-de-açúcar com uréia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., Viçosa, 2000. *Anais...* Viçosa:SBZ, 2000. 3p.
- SOUZA, A.C.L.; SILVA, J.F.C.; VASQUEZ, H.M. Efeito de fontes e níveis de amônia sobre a composição bromatológica da fração fibrosa em subprodutos da cana-de-açúcar. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., Porto Alegre, 1999. *Anais...* Porto Alegre: SBZ, 1999. Sp.
- SUNDSTOL, F. e COXWORTH, E.M. *Ammonia treatment*. In: SUNDSTOL, F. e OWEN, E. Straw and others fibrous by-products as feed.. Amsterdam: ELSEVIER PRESS, 1984. p.196-247.
- SUNDSTOL, F.; COXWORTH, E.M. e MOWAT, D.N. Mejora del valor nutritivo de la paja mediante tratamiento com amoníaco. *Revista Mund. Zootec.*, v.26, n.1, p.13-21, 1978.
- TEIXEIRA, J.R.C. *Efeito da amônia anidra no valor nutritivo da palha de milho mais sabugo e do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum cv. Cameroon fornecidas a novilhos nelores em confinamento*. Viçosa, 1990. 97p. (Dissertação de Mestrado do curso de Zootecnia, área de concentração Produção Animal da UFV).
- TILLEY, J.A. e TERRY, A.R. A two-stage technique for *in vitro* digestiobn of forages crops. *J. Br. Grassl. Soc.*, v. 18, n. 1, p. 104-111, 1963.
- TORKOV, H. e FEIST, W.C. A mechanism for improving the digestibility of lignocelulosic material with dilute alkali and liquid ammonia. *Adv. Chem. Ser.*, v.26, n.1, p.13-21, 1978.
- URIAS, A.R.; DELFINO, F.J. e SWINGLE, R.S. Crude ppprotein content and *in vitro* digestibility of wheat straw ammoniated under higt environmental temperatures. *J. Animal Sci.*, v.59, p. 290-291, 1984.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J.; MANSON, V.C. The influence of the Maillard reaction upon the nutritive value of fibrous feed. *Anim. Feed. Sci. Technol*, v. 32, n.1-2, 1991.
- WILLIAMS, P.E.V.; INNES, G.M. e BREWER, A. Ammonia treatment of straw via hydrolysis of urea. I. Effects of dry matter and urea concentrations on the rate of hydrolysis of urea. *Animal Feed Science Technology*, v.11, n.2, p. 115-124, 1984.

# PRODUÇÃO DE SILAGEM PRÉ-SECADA COM FORRAGEIRAS TEMPERADAS E TROPICAIS

João Ricardo Alves Pereira<sup>1</sup>  
Ricardo Andrade Reis<sup>2</sup>

## 1. INTRODUÇÃO

A ensilagem é um processo de conservação de forragem que tem como objetivo final preservar forragem de alto valor nutritivo com o mínimo de perdas. No processo, basicamente, carboidratos solúveis são convertidos em ácidos orgânicos pela ação de microrganismos, que encontrando ambiente ideal proliferam e criam condições adequadas à conservação.

Contudo, a ensilagem de plantas forrageiras que apresentam matéria seca (MS) inferior a 21%, carboidratos solúveis inferiores a 2,2% na 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 (McDONALD et al., 1991).

Nesse sentido, a remoção parcial de água da planta (Figura 1), através do emurchecimento ou pré-secagem, pode ser uma opção interessante, por proporcionar condições ideais para o crescimento de bactérias lácticas, e assim permitir que o excedente da forragem produzida nas pastagens ou em áreas de cultivo exclusivas para o corte, possa ser armazenado e utilizado na alimentação dos animais durante o período de escassez.

<sup>1</sup> Depto de Zootecnia e Tecnologia de Alimentos. Universidade Estadual de Ponta Grossa/UEPG - PR - cep 84 010-330 - e-mail: jrvero@convoy.com.br

<sup>2</sup> Depto de Zootecnia, Pesquisador do CNPq. e-mail: rareis@fcav.unesp.br - UNESP - Jaboticabal - SP - cep 14 870-000

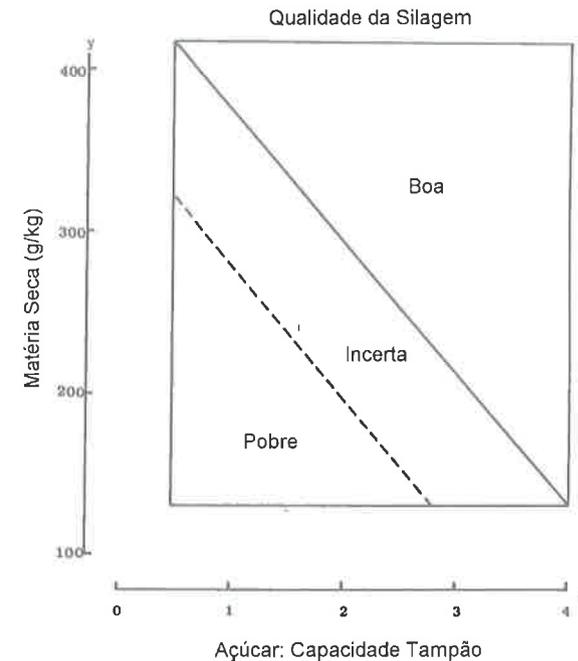


FIGURA 1. Relação entre conteúdo de matéria seca e proporção açúcar: capacidade tampão e seus efeitos na qualidade final das ensilagens.

Fonte: Weissbach et al., citado por WOOLFORD, 1984.

## 2. PLANTAS FORRAGEIRAS UTILIZADAS

As forrageiras mais utilizadas para produção de silagem pré-secada são as gramíneas de clima temperado aveia, azevém, triticale e cevada; mais recentemente gramíneas tropicais como as espécies do gênero *Cynodon* como os "tiftons", "coast-cross" e até algumas braquiárias. Dentre as leguminosas somente a alfafa é utilizada em quantidade expressiva.

Na região sudeste do estado do Paraná as gramíneas anuais de inverno têm produzido, em condições de corte, entre 3 e 6 t de MS/ha/ano, sendo que as maiores produções são obtidas em regiões mais frias que possibilitam a semeadura em meados de março, permitindo maior número de cortes (Tabela 1).

TABELA 1. Rendimento de matéria seca (kg/ha) de cultivares de azevém no período de inverno/primavera.

Gramíneas	Rendimento de MS (kg/ha)			
	Inverno	Primavera	Total	Nº cortes
<i>Lolium multiflorum</i> cv. Lipo	4.115	3.569	7.684	6
<i>Lolium multiflorum</i> cv. Tama	4.100	2.546	6.646	4
<i>Lolium multiflorum</i> cv. Pacage	2.440	3.902	6.342	3
<i>Lolium multiflorum</i> cv. Polly	3.208	3.124	6.332	4
<i>Lolium multiflorum</i> cv. Comum	3.252	2.893	6.144	4
<i>Lolium perene</i> cv. Nui	1.665	4.367	6.032	3

Fonte: Adaptado de MORAES e LUSTOSA (1999).

De maneira geral, as leguminosas são mais nutritivas do que as gramíneas de clima temperado que por sua vez apresentam melhor qualidade que as de clima tropical.

O valor nutritivo das plantas diminui com a maturidade, mas à medida que o tempo de crescimento é prolongado a produção de matéria seca por unidade de área aumenta. Com o crescimento ocorrem alterações que resultam na elevação dos teores de compostos estruturais, tais como a celulose, hemicelulose e a lignina e, paralelamente, diminuição do conteúdo

TABELA 2. Efeitos da frequência de corte, durante as épocas de chuva e de seca, sobre a qualidade do capim "coast-cross".

Cortes (semanas)	Períodos					
	Chuvvas			Seca		
	F/C*	PB	FDN	F/C	PB	FDN
2	1,6	17,7	66	-	-	-
4	1,5	13,6	63	1,1	13,1	65
5	1,2	12,6	70	1,1	11,0	65
6	1,3	10,9	70	0,9	14,9	67
7	1,1	11,2	73	1,0	11,7	70

Fonte: Adaptado de Alvim et al., 1996.

\* F/C, relação folha/caule; PB, proteína bruta; FDN, fibra em detergente neutro expressos em %MS.

celular (MINSON, 1990; VAN SOEST, 1994). Além destas alterações, é importante salientar que a diminuição na relação folha/caule resulta em modificações na estrutura das plantas. Desta forma, é de se esperar que as plantas mais velhas apresentem menor conteúdo de nutrientes potencialmente digestíveis.

Dados de ALVIM et al. (1996), registram aumentos progressivos no teor de FDN e reduções no teor de PB e na relação caule/folha, para o capim "coast-cross", a medida que o intervalo entre cortes aumentou (Tabela 2).

A fertilidade do solo influencia na composição química das plantas forrageiras, interferindo diretamente nos teores de proteína, fósforo e potássio e, conseqüentemente, nas digestibilidades das forrageiras. O sistema de cortes com a remoção total da forragem exige atenção especial à reposição de nutrientes (GOMIDE, 1980).

Trabalhos realizados na Fundação ABC, no município de Castros - PR, indicam que gramíneas de clima temperado e tropical respondem diferentemente, quanto a alterações na sua composição química, quando submetidas a doses crescentes de adubação nitrogenada. Verificou-se que para o azevém o teor de PB aumentou 87,8% (13,9 para 26,1%) quando a adubação nitrogenada passou de zero para 400 kg/ha. Para o "capim tifton-85" a elevação de teor de PB foi de apenas 14,8% (13,5 para 15,5%) quando a dose de N passou de zero para 480 kg/ha (Tabela 3).

TABELA 3. Efeito da adubação nitrogenada sobre a produção e composição protéica do Azevém e Capim tifton-85.

Frações	Doses (kg N/ha)								
	0	50	100	150	200	250	300	350	400
Azevém	0	50	100	150	200	250	300	350	400
Kg de MS	6.075	7.871	8.679	9.263	9.685	9.968	10.124	10.161	10.087
PB	13,9	15,1	16,4	17,9	19,4	21,0	22,7	24,4	26,1
NNP %PB	24,6	23,1	21,7	20,3	18,9	17,4	16,0	14,6	13,1
Tifton-85	0	80	160	240	320	400	480	-	-
Kg de MS	11.102	12.829	13.865	14.956	16.172	16.025	16.385	-	-
PB	13,5	13,5	14,0	14,3	14,4	14,4	14,4	-	-
NNP %PB	26,8	26,8	25,8	26,2	25,1	26,9	23,4	-	-

Fonte: Fundação ABC (1998) - Dados não publicados

### 3. DESIDRATAÇÃO DA FORRAGEM

A remoção parcial de água da planta, através do seu murchecimento, também denominada pré-secagem, tem como finalidade restringir a extensão da fermentação durante o processo de conservação de forragens através da ensilagem e reduzir a incidência de fermentações secundárias indesejáveis.

Quando a forragem é cortada e espalhada no campo para secar a perda de umidade é intensa nas plantas ainda vivas. Uma vez que o caule e as folhas foram separados das raízes a umidade perdida não é repostada e, então, começa o murchamento. Imediatamente após o corte, a abertura dos estômatos pode aumentar, mas rapidamente decresce com a secagem (MACDONALD e CLARK, 1987).

As plantas forrageiras quando cortadas apresentam teor de umidade entre 80 a 85%, que se reduz rapidamente para 65%. Nessa etapa a secagem é rápida e envolve intensa perda de água. Os estômatos permanecem abertos, e o déficit da pressão de vapor entre a forragem e o ar é alto. A perda de água pode chegar a 1 g/g de MS/hora (SULLIVAN, 1973).

FERRARI JUNIOR et al. (1993) observaram maior taxa de secagem na fase inicial (2 horas), ao avaliar a velocidade de perda de água do capim "coast-cross" em estufa. Durante o processo de secagem, quando a forragem é enleirada, a progressiva perda de água e o sombreamento promovem o fechamento dos estômatos, resultando em aumento na resistência à desidratação.

Após o fechamento dos estômatos 70 a 80% da água deverão ser perdidos através da cutícula, cuja função é prevenir a perda de compostos da planta por lixiviação, bem como proteger contra a abrasão e os efeitos da geada e da radiação (HARRIS e TULLBERG, 1980; MOSER, 1995).

Numa segunda fase de desidratação o metabolismo da planta continua e pode se prolongar quando a forragem é densa, a umidade relativa é alta, ou se é pequena a circulação de ar dentro da leira (MOSER, 1995).

A resistência cuticular e a camada limítrofe do tecido vegetal com o ambiente, tornam-se as principais barreiras a perda de água. Procedimentos que envolvam a remoção ou modificação da cutícula podem reduzir a sua eficiência como barreira à perda de água, acelerando a taxa de desidratação da planta (MACDONALD e CLARK, 1987).

Uma terceira etapa se inicia quando a umidade da planta atinge

cerca de 45%, sendo esta etapa mais sensível às condições climáticas do que as anteriores, principalmente à umidade relativa do ar (MOSER, 1995). É nesta etapa, ou próximo a ela, que a forragem é recolhida e ensilada, daí a sensível redução nos riscos de perda da forragem conservada ensilada em relação ao feno.

#### 3.1. FATORES QUE INTERFEREM NA DESIDRATAÇÃO

##### 3.1.1. Fatores ambientais

O processo de secagem no campo envolve perda e absorção de água. Com a forragem espalhada, a água se move entre a planta e o ambiente até atingir um valor adequado para o armazenamento. Este movimento de perda e ganho de água da planta e o ambiente é cíclico e altera o teor de água da planta. Via de regra, a planta perde água durante o dia, a menos que ocorra chuva, e à noite, com alta umidade, devido ao sereno e talvez chuva, ocorre reumedecimento (REIS e RODRIGUES, 1998).

As principais variáveis ambientais que se devem considerar são: radiação solar, temperatura, umidade do ar e velocidade do vento. As altas correlações entre as variáveis tornam difícil estabelecer quais os efeitos isolados de cada uma sobre a taxa de secagem (ROTZ, 1995).

A umidade relativa do ar é um dos principais fatores ambientais que exercem influência na perda de água da forragem desidratada no campo.

Um fator que exerce influência acentuada no conteúdo de água da forragem cortada é a alta umidade de equilíbrio. Segundo COLLINS (1995) e ROTZ (1995), a umidade de equilíbrio é aquela que a planta obtém, quando colocada em um ambiente com temperatura, umidade e radiação constantes por um período de tempo indefinido.

A secagem da forragem cortada continua se processando enquanto a umidade relativa do ar for menor que a umidade de equilíbrio da forragem. A umidade de equilíbrio é importante para determinar se o material que está sendo desidratado perderá ou ganhará umidade a uma dada temperatura e umidade relativa do ar.

A radiação solar tem sido identificada como o principal fator ambiental que influencia a desidratação de gramíneas e leguminosas e, consequentemente, está associada à taxa de secagem das forrageiras.

### 3.1.2. Fatores inerentes à planta

A superfície das plantas é coberta por uma camada cerosa, relativamente impermeável, denominada cutícula. A função desta cobertura, além da prevenção de danos físicos, é diminuir as perdas de componentes da planta por lixiviação e excessiva perda de umidade. Boa parte da água transpirada pelas plantas sai pelos estômatos. Estes são pequenos orifícios na epiderme, que cobrem de 1 a 3% da superfície da planta, porém 80 a 90% da água que deixa a planta o faz pelos estômatos (ROTZ e MUCK, 1994).

Com o desenvolvimento das plantas, observa-se diminuição na relação folha/caule, bem como no seu valor nutricional e conteúdo de água. Do ponto de vista de desidratação, o avanço no estágio de desenvolvimento resulta em vantagem para o processo de perda de água, mas é prejudicial em termos de qualidade da forragem. Contudo, na prática, afim de se assegurar rapidamente umidade adequada para o armazenamento, pode-se realizar o corte da forragem mais tardiamente.

É importante considerar que, apesar de as plantas mais novas apresentarem maior conteúdo de umidade, a perda de água se processa mais facilmente, sendo tal fato relacionado à maior proporção de folhas. A taxa de perda de umidade nas gramíneas depende da morfologia dos perfilhos, e também do conteúdo de água da planta (MOSER, 1995). As folhas das gramíneas perdem água 15 vezes mais rápido que os caules, sendo que 25% da umidade dos caules é perdida através das folhas. Perfilhos vegetativos com 80% de folhas secam em 1/3 do tempo requerido por aqueles que se encontram em estágio de emergência das inflorescências e com 40% das folhas. Por outro lado, após a emergência das inflorescências a taxa de secagem é rápida, devido ao menor conteúdo de água das plantas e a exposição dos caules.

Em relação à proporção de caule, é importante considerar que a transferência de água do caule para as folhas é um fator relacionado à velocidade de secagem, principalmente em leguminosas e gramíneas colhidas na fase reprodutiva (HARRIS e TULLBERG, 1980).

### 3.1.3. Fatores de manejo

De acordo com ROTZ e MUCK (1994), no início do processo de desidratação da forragem pode haver aumento na umidade da planta em

consequência da formação de água metabólica durante o processo respiratório. Assim, as práticas de viragem e revolvimento com ancinhos enleiradores e espalhadores são de importância fundamental no processo de secagem, principalmente nas primeiras horas após o corte, afim de reduzir a compactação e proporcionar maior circulação de ar dentro das leiras, acelerando a transferência de umidade das plantas para o ambiente.

Forragens com maior proporção de folhas resulta em leiras mais pesadas do que aquelas de plantas que possuem maior percentagem de caules, apresentando maior dificuldade para a circulação de ar e aumentando a resistência à perda de água.

Nesse sentido, Nash, citado por MACDONALD e CLARK (1987), observou taxas de perda de água, na segunda fase, que variaram de 0,5 a 1,0%/hora em forragem não virada, aumentando para 2,0%/hora em área submetida a ação de ancinhos, e de 3,0%/hora em forragem que sofreu condicionamento e foi virada com ancinho.

A altura da forragem remanescente deve permitir a circulação de ar na porção inferior da leira. O dimensionamento da área por cortar deve ser estabelecido, observando-se a capacidade do processamento, de tal forma que se diminua o tempo de permanência da forragem no campo.

Recentemente têm sido usados condicionadores químicos, que através da manutenção dos estômatos abertos aceleraram a taxa de secagem. De acordo com HARRIS e TULLBERG (1980) e MACDONALD e CLARK (1987), a adição de fusicoccina (uma toxina produzida pelo fungo *Fusicoccum amygdali* Del.), de quinetina e de azida sódica, retarda o processo de fechamento dos estômatos, acelerando a taxa de secagem.

A aplicação de produtos químicos, com a finalidade de alterar a estrutura da epiderme, como por exemplo o carbonato de potássio ou de sódio, pode resultar em maior taxa de secagem de plantas forrageiras, uma vez que promovem redução na resistência cuticular à perda de água (MACDONALD e CLARK, 1987).

Na região dos Campos Gerais, no Paraná, tem sido crescente o emprego de herbicidas dessecantes (a base de Glifosato) na produção de silagens pré-secadas ou mesmo feno. No final do ciclo das culturas de inverno, principalmente aveia e azevém, o agricultor desseca a área para em seguida iniciar o plantio das culturas de verão, no sistema de plantio direto. Como a forragem dessecada apresenta taxa de secagem acelerada; está menos sujeita a perdas por lixiviação, em caso de chuvas; e pode até

ser cortada e recolhida diretamente, dispensando assim grande parte dos processamentos mecânicos (viragem e enleiramento), torna-se uma opção interessante por seu menor custo. Avaliações visuais indicam que forragens que foram dessecadas apresentam melhor conservação do valor nutritivo.

Deve-se ressaltar que não há registro de herbívidas para esta finalidade, nem tão pouco estudos sobre resíduos nos produtos de animais que consomem esta forragem.

#### 4. EFEITOS DA PRÉ-SECAGEM

A pré-secagem ou emurchecimento permite a ensilagem de plantas forrageiras com teores mais elevados de umidade, num processo relativamente simples onde fermentações indesejáveis são controladas através da diminuição da atividade de água ou elevação da pressão osmótica (McDONALD et al., 1991).

A silagens com maior conteúdo de MS estabilizam em pH mais alto (Figura 2) devido a menor atividade de bactérias do gênero *Clostridium* que são sensíveis à pressão osmótica (WOOLFORD, 1984).

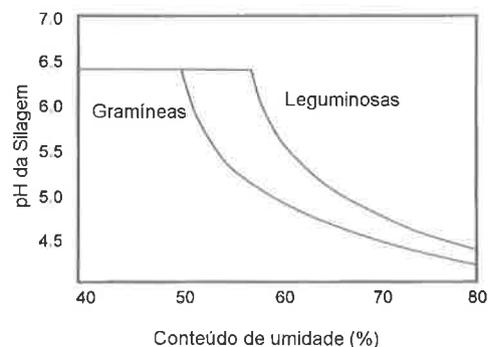


Figura 2. Relação entre pH e conteúdo de matéria seca de silagens  
Fonte: Van Soest, 1994

BERTO e MÜHLBACH (1997) constataram que o emurchecimento da aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) resultou, em relação a forragem verde, em elevação dos teores de MS (15,3 para 31,2%) e de carboidratos solúveis (2,9 para 3,3%), e redução do poder tampão (51,9 para 44,3 meq NaOH/100g MS).

Contudo, os efeitos da pré-secagem sobre o teor de carboidratos solúveis e do poder tampão parecem variar, principalmente, de acordo com a espécie forrageira e o teor de umidade inicial (Tabela 4).

TABELA 4. Poder tampão (g/100ml HCl) e teores de carboidratos solúveis (% MS) de diferentes forrageiras na ensilagem.

Poder tampão			
Planta forrageira	Fresca	Pré-secada	Fonte
Capim elefante	36,8	47,7	Tosi et al., 1995
Alfafa	52,5	45,8	Muck, 1990
Alfafa	51,5	44,8	Jones et al., 1992
Alfafa	39,4	34,2	Ruggieri, 1996
Carboidratos solúveis			
	Fresca	Pré-secada	
Capim elefante	7,1	4,1	Tosi et al., 1995
Alfafa	3,2	3,3	Muck, 1990
Alfafa	10,5	9,9	Ruggieri, 1996
Alfafa	5,1	8,7	Monteiro et al., 1998

Fonte: Adaptado de MONTEIRO (1999)

Os parâmetros qualitativos de plantas forrageiras para ensilagem não devem ser considerados isoladamente. O pH crítico abaixo do qual o crescimento das bactérias do gênero *Clostridium* é inibido varia diretamente com o teor de umidade do material a ser ensilado (Figura 2). A menos que os teores de carboidratos solúveis sejam muito altos e poder tampão baixo (Figura 1), tem-se uma fermentação indesejável para forrageiras com altos níveis de umidade, resultando em silagens de baixo valor nutricional com grande perda de efluente contendo nutrientes de alta digestibilidade. E ainda que os níveis de carboidratos sejam adequados para garantir uma fermentação láctica, silagens úmidas podem ser nutricionalmente indesejáveis porque o consumo voluntário de MS nesses casos é reduzido devido a presença de N amoniacal, ácido acético e butírico (McDONALD et al., 1991).

Deste modo, pode-se considerar que o ideal para ensilagem é que a forragem apresente teores de MS entre 35 e 45%, sendo que para os teores entre 40 a 45% é recomendável que a forragem seja picada em partículas menores, a fim de se conseguir uma melhor compactação.

## 5. ENSILAGEM

O corte das plantas forrageiras destinadas a ensilagem deve ser feito no estadio vegetativo, ocasião em que a planta se encontra no seu "ponto de equilíbrio" entre produção de matéria seca e qualidade nutricional. Recomendações práticas indicam, para plantas forrageiras em condições ideais adubação, que o corte do azevém e do capim papuã (*B. plantaginea*) sejam feitos quando as plantas alcançam 25 cm de altura; 35 cm de altura para a aveia preta; e o corte da alfafa quando estas apresentarem até 50% de florescimento. É adequado que o corte da forragem seja feito entre 6 a 8 cm do solo, para que a rebrota e consequente produção de matéria seca no corte seguinte não sejam prejudicadas (JANSSEN e GIARDINI, 1995).

As perdas mecânicas no momento do corte, durante o processo no campo, são devidas, principalmente, ao dilaceramento de folhas e caules e, geralmente, estão associadas a equipamentos inadequados ou carentes de manutenção, com facas não afiadas e desajustadas. Deve-se ter atenção especial para as leguminosas pela maior susceptibilidade a perda de folhas que ocorre em resposta a manipulação da forragem (PEREIRA e REIS, 1999).

Conforme discutido anteriormente, o tempo de exposição da forragem até atingir o ponto ideal de secagem é bastante variável e totalmente dependente de condições climáticas e intrínsecas da planta forrageira.

O uso de segadeiras condicionadoras reduz pela metade o tempo de secagem das plantas forrageiras, devido ao aumento da perda de água pelo caule (ROTZ e MUCK, 1994). Condicionamento mecânico, com a maceração do caule, pode melhorar a taxa de secagem de leguminosas de maneira mais consistente, quando comparada com a de gramíneas. Os resultados do condicionamento são mais evidentes em espécies que possuem caules mais grossos e com baixa relação folha/caule (ROTZ, 1995).

Porém, para forragens que foram submetidas a algum tipo de condicionamento mecânico as perdas decorrentes da ação da chuva sobre a forragem podem ser de maior intensidade, devido ao fato de que compostos solúveis de alto valor nutritivo são arrastados, podendo haver grandes perdas desses nutrientes (COLLINS, 1995).

Quando a forragem seca no campo, o topo da leira desidrata primeiro que a base. Desta forma, a manipulação da leira pode acelerar e uniformizar a secagem, pelo revolvimento da forragem mais úmida, colocando-a na camada superior, onde ocorre a secagem mais rápida, e

também pelo espalhamento, aumentando a superfície de contato com o ambiente. O uso de ancinhos para promover a inversão das leiras somente se aplica a leguminosas nas primeiras horas após o corte (ROTZ, 1995).

O recolhimento da forragem pode ser feito utilizando-se uma ensiladeira, desde que adaptado um "molinete" apropriado para o recolhimento da forragem. A forragem recolhida e picada deve ter tamanho de partícula entre 2 a 3 cm o que facilita sua distribuição, compactação no silo e posterior retirada, mesmo para níveis de matéria seca mais elevados (45%).

Existem também carretas recolhedoras, dotadas ou não de picador. Este equipamento tem custo relativamente elevado e por sua finalidade exclusiva mostra-se adequado somente para propriedades que fazem grandes quantidades de silagem pré-secada ou para empresas que prestam serviço neste segmento da pecuária. Também têm sido empregadas colhedoras de forragem (tipo Taarup) que recolhem diretamente a forragem já pré-secada e enleirada, ou ainda, no final do ciclo da cultura, quando as plantas forrageiras já encontram-se em estadio avançado de maturação, e por isso com teores mais elevados de MS. Nestas duas situações ocorrem perdas, seja na quantidade de forragem recolhida ou ainda na qualidade dessa forragem. Contudo, há que se considerar que esta opção muitas vezes pode ser interessante ao pecuarista por reduzir o número de operações e até mesmo a locação de equipamentos.

Para a adequada manutenção da qualidade da forragem ensilada é importante que o enchimento do silo seja rápido, estabelecendo condição de anaerobiose o mais rápido possível. A compactação da massa e consequente eliminação de oxigênio remanescente podem ser facilitadas com o auxílio de silos tipo trincheira e através de técnicas de enchimento em camadas oblíquas (rampado), com redução da superfície de exposição ao ar. Sugere-se o abaulamento da massa ensilada, compactada acima do nível de contorno da borda superior do silo trincheira (NUSSIO e MANZANO, 1999).

A compactação da silagem pré-secada deve ser feita exaustivamente durante todo o período de enchimento do silo, utilizando-se um trator pesado. Para forragens não picadas e/ou com teores mais elevados de MS recomenda-se que sejam distribuídas camadas finas a fim de facilitar a compactação.

Quanto ao tipo de silo para armazenamento, os do tipo trincheira mostram-se mais adequados ao processo, embora os de superfície venham

sendo utilizados sem restrições, com a vantagem de poder ser alocados em qualquer lugar que seja estratégico para posterior retirada e fornecimento aos animais. Trabalhos indicam que as perdas na forragem ensilada, em diferentes tipos de silo, estão principalmente relacionadas ao teor de umidade da forragem (Tabela 5).

TABELA 5. Estimativas de perda de matéria seca (%) em forragens ensiladas em diferentes tipos de silos e com diferentes teores de umidade.

Tipo de silo	Perdas			Total
	Deterioração superficial	Fermentação	Efluente	
<b>Torre</b>				
65% Umidade	4	8	0	12
<b>Trincheira</b>				
85% Umidade	6	11	10	27
75% Umidade	8	9	3	20
70% Umidade	10	10	1	21
<b>Superfície</b>				
85% Umidade	12	12	10	34
75% Umidade	16	11	3	30
70% Umidade	20	12	1	33

Fonte: Adaptado de JASTER (1995).

Também tem sido crescente no Brasil a ensilagem de forragem pré-secada em fardos redondos (400 a 600 kg) revestidos com plástico especial. Este processo tem como vantagens: 1) Permitir o uso de equipamentos empregados no processo de fenação para produção de silagem; 2) Possibilitar o transporte de pequenas quantidades de forragem conservada sem abertura de silos; 3) Não requerer estruturas de silos.

Como desvantagens deste sistema tem-se: 1) Investimento elevado na aquisição de equipamentos e do plástico apropriado, é uma alternativa mais viável para empresas que comercializam volumosos; 2) O tempo de conservação da forragem é bem menor que dos silos convencionais.

Na região do município de Ponta Grossa - PR a comercialização de volumosos pré-secados passou a ser uma opção bastante interessante tanto para o agricultor, que passou a ter mais uma opção de renda com as culturas de inverno, vendendo a forragem ou produzindo em parceria com

terceiros fardos de silagem pré-secada; como para o pecuarista, que em caso de falta de alimentos volumosos, por motivos diversos, pode adquiri-los na quantidade necessária.

## 6. ALTERAÇÕES DURANTE A FERMENTAÇÃO

Na forragem fresca 75 a 90% do N total está na forma de proteína, constituindo principalmente peptídeos, aminoácidos livres, amidas, nucleotídeos e clorofila. Durante a ensilagem uma proteólise extensiva determina que 40 a 60% deste nitrogênio seja solubilizado em compostos nitrogenados não protéicos. A extensão da proteólise diminui com o aumento no conteúdo de MS da silagem e com a redução do pH. Rápidas taxas de redução de pH são particularmente importante quando se ensila plantas com altos teores de proteína, como a alfafa, pois a atividade das enzimas proteolíticas é inibida quando o pH reduz de 4,5 a 4,0 (McDONALD et al., 1991; JASTER, 1995).

Silagens, geralmente com elevados teores de MS, estão sujeitas a elevação de temperatura na massa ensilada. As condições de umidade e temperatura 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 da reação de Maillard (MOSER, 1980; VAN SOEST, 1994).

A formação de produtos de Maillard em silagens superaquecidas promove diminuição acentuada na digestibilidade da proteína, uma vez que se pode observar aumentos consideráveis nos teores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), o qual não é disponível para os microrganismos do rúmen (VAN SOEST, 1994).

A cor verde presente em silagens pré-secadas é alterada para vários tons de marrom. A extensão das alterações na cor fornece indicação da intensidade do aquecimento no armazenamento e ocorrência da reação de Maillard.

Durante a ensilagem o total de ácido produzido pode ser superior a quantidade produzida somente pela fermentação de carboidratos solúveis. Nestes casos os carboidratos solúveis podem ser provenientes da hidrólise de carboidratos estruturais como a celulose, hemicelulose e pectina (McDONALD et al., 1991). Embora alguma celulose possa ser hidrolisada durante a fermentação, a hemicelulose é a principal fonte de carboidratos

solúveis. Através de hidrólise química ou pela ação de enzimas da própria forragem até 20% da hemicelulose pode ser hidrolisada em açúcares de 5 ou 6 carbonos, que serão utilizadas posteriormente por bactérias acéticas ou lácticas (MOSER, 1980; JASTER, 1995).

## 7. USO DE ADITIVOS

Pressupondo-se que a pré-secagem já assegure níveis ideais de MS e carboidratos solúveis para a ensilagem, alterações no processo fermentativo podem ocorrer somente com a adição de culturas bacterianas, que tem como finalidade promover a rápida fermentação láctica oriunda de bactérias predominantemente homofermentativas sob condições anaeróbicas, as quais ocorrem naturalmente.

Há tempos vem sendo estudado a presença de bactérias na parte aérea da planta a ser ensilada, tendo-se constatado que estas são em sua maioria aeróbias estritas (ex. *Bacillus* e *Clostridium*), o que contribui pouco ou nada para o processo de fermentação da silagem. Contudo, em condições ideais, a pequena quantidade de bactérias lácticas presente na forragem podem se multiplicar em quantidade suficiente para promover um padrão de fermentação ideal (MORAIS, 1999).

Muck (1989), citado por JASTER (1995), quantificou as bactérias lácticas presentes na planta de alfafa no campo, na planta cortada e após 24, 48 e 72 h de secagem. Poucas bactérias foram encontradas na forragem íntegra (< 10 UFC\*/g). O corte determinou aumento de 50 UFC/g na forragem. Durante a secagem a população de bactérias lácticas aumentou, principalmente nas partes da planta próximas ao corte. A inoculação e o crescimento de bactérias durante o processamento da forragem são promovidos pela liberação do conteúdo celular da forragem durante o corte (McDONALD et al., 1991). Dados da literatura indicam que a medida que se aumenta a intensidade da picagem da forragem para a ensilagem tem-se aumentos significativos na população de bactérias lácticas.

A inoculação com bactérias homofermentativas pode proporcionar efeitos benéficos, como aumento na velocidade da fermentação e redução na proteólise, se forem aplicadas quantidades que determinem pelo menos 10<sup>6</sup> organismos/g de forragem fresca (JASTER, 1995).

Contudo, boa parte das pesquisas que avaliam o efeito do uso de inoculante sobre a conservação de silagens evidenciam que benefícios sobre

a qualidade fermentativa da silagem não refletem em melhora no desempenho animal (MORAIS et al., 1994).

De acordo com MUCK (1996), dos produtos da fermentação, o ácido láctico é melhor utilizado pelos microrganismos do rúmen, o que poderá levar a um pequeno aumento na produção de proteína microbiana, enquanto que o acético é absorvido diretamente pela parede ruminal. O autor destaca também que existe alguma evidência de que o ácido acético e o etanol podem ter efeito negativo sobre a palatabilidade e ingestão, e que pequenas variações na forma do N (menos NH<sub>3</sub> e mais proteína verdadeira) poderá melhorar a retenção de nitrogênio pelo animal.

MARTINSSON (1992) verificou ligeira melhora sobre o padrão de fermentação de gramíneas com a adição de inoculante bacteriano (*Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus faecium* e *Pediococcus sp.*) em relação a silagem não aditivada. No entanto, não constatou benefícios significativos sobre a ingestão de MS e produção de leite, mesmo quando comparada com a silagem aditivada com ácido fórmico (Tabela 6).

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 carboidratos solúveis como substrato para as bactérias lácticas; segundo, como um método de aumentar a digestibilidade da matéria orgânica da forragem (HENDERSON, 1993).

A análise de trabalhos conduzidos a partir de 1985 (Muck e Bolsen, citados por ROTZ e 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.

McHAN, (1986) estudou o efeito da adição de celulase comercial na ensilagem de grama bermuda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) em silos de laboratório. A celulase foi adicionada às amostras na taxa de 10g/kg de forragem fresca. O autor reportou aumento nos teores de carboidratos solúveis na silagem, pela adição de celulase, o que pode ser explicado pela redução de 35 % dos teores de celulose, quando comparado a silagem não tratada.

No entanto, segundo VAN SOEST (1994), a fração FDN da forragem nem sempre é reduzida na silagem tratada com enzimas. Porém,

\* UFC = Unidade Formadora de Colonia

quando há aumento na disponibilidade de carboidratos solúveis pode promover elevação na fermentação láctica. Porém, o acúmulo de carboidratos solúveis, que podem ser os oligosacarídeos pobremente utilizados pelas bactérias lácticas, irão 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.

TABELA 6. Ingestão de matéria seca e produção de leite de bovinos alimentados com silagem de gramínea tratada com inoculante bacteriano ou ácido fórmico.

	Controle	Tratadas	
		Inoculante	Ácido Fórmico
Matéria seca %	19,3	19,4	20,7
Composição %MS			
Proteína bruta	15,1	15,7	15,0
Ác. Acético	4,3	3,8	1,8
Ác. Propiônico	0,5	0,4	0,1
Ác. Butírico	0,6	0,1	0,04
Ác. Láctico	6,4	6,8	5,0
Etanol	0,6	0,5	1,1
PH	4,2	4,1	3,9
NH <sub>3</sub> (% N-total)	9,6	8,5	4,9
Ingestão de MS (%PV)	3,4	3,4	3,3
Prod. Leite (kg)	23,8	24,7	23,8

Fonte: Adaptado de MARTINSSON (1992).

## 8. ESTABILIDADE AERÓBIA DO SILO

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. Os principais substratos utilizados pelos microrganismos envolvidos no processo são os ácidos, o etanol e os açúcares solúveis, resultando em aumento do pH e redução na digestibilidade e no conteúdo de energia (MUCK e SHINNES, 2001). A deterioração aeróbia da silagem está

associada, principalmente, com o desenvolvimento de fungos e leveduras. Esses microrganismos apresentam alta resistência as variações do pH e sobrevivem em meio anaeróbio. 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.

Este processo é prejudicial à qualidade da silagem. O manejo correto do silo poderia reduzir ou evitar perdas decorrentes da aeração da silagem (NUSSIO e MANZANO, 1999). Para que sejam reduzidas as perdas é necessário que se remova uma camada diária de silagem de pelo menos 25 cm de todo painel exposto, sem abalar a estrutura da massa ensilada. Utilizando-se desensiladeiras, adequadas para silagem pré-secada, este procedimento é relativamente simples. 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. Este procedimento é imprescindível para forragens que não foram picadas antes da ensilagem.

Um aspecto importante a ser considerado é a presença de patógenos e de toxinas nas silagens, resultando em risco de contaminação dos animais e humanos. A *Listeria monocytogenes* é um patógeno para ambos, animal e humano, podendo causar listeriose, meningite, encefalite, septicemia, endocardite, aborto, abscessos e lesões purulentas. Esta bactéria está presente no solo e na planta a ser ensilada. Geralmente a listéria não é um problema em silagens bem fermentadas. O pH abaixo de 4,5 a 5,0 normalmente inibe esta bactéria (Fenlon e Wilson, citado por MUCK e SHINNES, 2001), e da mesma forma baixos níveis de ácidos não dissociados. Contudo, tem sido observado aumento na incidência de listéria em silagens conservadas em fardos envoltos em filme plástico. A maior área de superfície por volume nos fardos envoltos em filmes plásticos e fermentação deficiente, provavelmente contribuem para a maior proporção de silagem exposta ao oxigênio e tem pH elevado.

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 a listéria mas também com outros microrganismos, como por exemplo fungos (toxinas) e esporos de

clostrídeos (MUCK e SHINNES, 2001).

Os fungos mais comuns encontrados em silagens são os do gênero *Fusarium*, *Penicillium* e *Aspergillus*. Estes fungos necessitam de temperatura acima de zero, umidade acima de 20% e de oxigênio para se desenvolverem (MUCK e SHINNES, 2001). Todavia, a produção de toxinas geralmente não ocorre nas mesmas condições observadas para crescimento dos fungos. Por exemplo, para a produção de aflatoxina, os fungos do gênero *Aspergillus* requerem temperatura acima de 30°C e alta umidade. Por outro lado, *Fusarium* produz toxinas em temperaturas mais amenas (7 a 24°C).

## 9. FORNECIMENTO AOS ANIMAIS

As silagens de gramíneas ou leguminosas de clima temperado, comparadas com as tropicais, têm como característica menores teores de fibra e qualidade superior da fibra. Para dietas de vacas leiteiras, principalmente, a concentração de fibra na dieta, expressa pela porcentagem de FDN, é importante para manutenção do teor de gordura do leite, da função ruminal normal, do metabolismo, produção e saúde do animal. O excesso de FDN reduz o consumo de MS, a digestibilidade e desempenho. Por outro lado, a deficiência de FDN pode resultar em acidose, timpanismo e redução no teor de gordura do leite. Assim, um ponto prioritário na formulação de ração para bovinos leiteiros deve ser o estabelecimento de relações volumoso:concentrado que determinem concentrações ótimas de FDN na dieta (NUSSIO, 2000).

O NRC (1989) propõe como limites mínimos de concentração de fibra em rações de vacas em lactação 28-25% de FDN e 19-21% de FDA, dependendo do estágio de lactação. Além disso, sugere que 75% da FDN total da ração deve ser proveniente de forragens.

Na grande maioria das fazendas que integram os grupos Batavo e Castrolanda no Paraná, a opção pelo uso de silagem pré-secada também é devida ao fato de se conseguir constância na dieta das vacas e assim evitar oscilações na produção e composição do leite durante o ano, considerando-se que as Cooperativas da região, há mais de 10 anos, pagam preços diferenciados ao produtor por maiores teores de gordura e proteína, e também os penaliza em caso de teores inferiores a 3,4 e 3,1%, respectivamente.

No caso de se utilizar silagem pré-secada como alimento suplementar, por ocasião de restrição de oferta de pastagem ou com a

finalidade de melhorar o desempenho dos animais (ex. nutrição de novilhas) deve-se atentar para detalhes, além do atendimento das exigências nutricionais dos animais, relacionados ao fornecimento da silagem.

Geralmente os animais têm livre acesso à silagem no campo, que é depositada em cochos ou no chão, próximo a área de trânsito do trator. Contudo, há que se considerar que no sistema de livre acesso dos animais as perdas de forragem podem ser grandes, devidas ao pisoteio, fezes, urina e consumo exagerado. LECHTENBERG et al. (1974) verificaram que o uso de anteparos (tipo de gradil), para controlar o acesso dos animais à forragem, implicou numa redução de 32% na quantidade de forragem oferecida em relação aos animais que consumiam diretamente nos fardos. Segundo FARIA (1994), este fato acontece quando o pecuarista atribui ao produto conservado um baixo valor, havendo então a tendência de associar o controle de perdas com custos elevados.

## 10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a produção de silagem pré-secada de alta qualidade deve-se levar em consideração fatores como:

- O processo tem como vantagem, em relação a fenação, a redução do tempo de secagem e dos riscos de perdas no campo;
- Preserva melhor a qualidade da forragem colhida com níveis mais elevados de umidade;
- É necessário estabelecer espécies forrageiras produtivas adaptadas às condições climáticas locais e colher a forragem no estágio de desenvolvimento adequado, de modo a se obter maiores produções de matéria seca de alto valor nutritivo;
- Deve-se proporcionar condições ideais ao processo de fermentação durante o armazenamento, com atenção especial ao teor de matéria seca da forragem e a compactação durante a ensilagem;
- Adotar, se necessário, o uso de aditivos para melhor conservação, sempre levando-se em consideração o custo final dos nutrientes na forragem armazenada;
- Adotar técnicas de manejo e equipamentos adequados de modo que sejam minimizadas as perdas durante a retirada e o fornecimento da silagem aos animais.

## 11. LITERATURA CONSULTADA

- ALVIM, M.J.; RESENDE, H.; BOTREL, M.A. Efeito da frequência de cortes e do nível de nitrogênio sobre a qualidade da matéria seca do "Coast-cross". In: Workshop sobre o potencial forrageiro do gênero *Cynodon*. Juiz de Fora, 1996. Anais..., EMBRAPA-CNPGL. Juiz de Fora, 1996. p. 45-56.
- BERTO, J.L.; MULBACH, P.R.F. Silagem de aveia preta no estágio vegetativo, submetida à ação de inoculantes e ao emurchecimento. *Rev. Bras. Zoot.*, Viçosa, 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. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, Viçosa, v.21, n.5, p. 866-873. 1992.
- COLLINS, M. Hay preservation effects on yield and quality. In: *Post-harvest physiology and preservation of forages*. Moore, K.J., Kral, D.M., Viney, M.K. (eds). American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin. 1995. p.67-89.
- FARIA, V.P. Técnicas de produção de feno. In: *Pastagens – Fundamentos da exploração racional*. (2 ed.) Peixoto, A.M.; MOURA, de FARIA V.P. (eds). FEALQ. Piracicaba. 1994. p. 679-694.
- FERRARI JUNIOR, E.F.; RODRIGUES, L.R.A.; REIS, R.A.; COAN, O. SCHAMMAS, E.A. Avaliação do capim coast-cross para a produção de feno em diferentes idades e níveis de adubação de reposição. *B. Industr. Anim.*, Nova Odessa, v.50, n.2, p.137-145. 1993.
- GOMIDE, J.A. Características de planta forrageira a ser fenada. *Inf. Agrop.*, Belo Horizonte, v. 6, n.64, p. 6-8. 1980.
- HARRIS, C.E.; TULLBERG, J.N. Pathways of water loss from legumes and grasses cut from conservation. *Grass and For. Sci.*, Oxford, v.35, n.1, p. 1-11. 1980.
- HENDERSON, N. 1993. Silage additives. *Anim. Feed Sci. and Technol.*, 45(1):35-56.
- JANSSEM, H.P.; GIARDINI, W.V. Silagem pré-secada. Guia técnico n.1. 2ª ed. Castro - PR, CCPL. 1995. 75p.
- JASTER, E.H. Legume and grass silage preservation. In: *Post-harvest physiology and preservation of forages*. Moore, K.J., Kral, D.M., Viney, M.K. (eds). American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin. 1995. P.91-115.
- LECHTENBERG, V.L.; SMITH, V.H.; PARSONS, S.D.; PETRITZ, D.C. Storage and feeding of large packages for beef cows. *J. Anim. Sci.* v.39, n.6, p.1011-1020. 1974.
- McDONALD, A.D.; CLARCK, E.A. Water and quality loss during field drying of hay. *Adv. in Agron.*, Madison, v. 41, p. 407-437. 1987.
- MARTINSSOM, K. A study of the efficacy of a bacterial inoculant and formic acid as additives for grass silage in terms of milk production. *Grass and Forage Sci.*, Oxford, V. 47, p.189-198. 1992.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S.J.E. The biochemistry of the silage. Edinburg, J. Wiley and Sons Ltda, 1991. 226 p.
- McHAN, F. 1986. Cellulase-treated coastal Bermudagrass silage and production of soluble carbohydrates, silage acids, and digestibility. *J. Dairy Sci.*, 69: 431-438.
- MINSON, D.J. *Forage in ruminant nutrition*. New York. Academic Press. 1990. 483p.
- MONTEIRO, A.L.G. Silagem pré-secada. In: Anais do 7º Simpósio sobre nutrição de bovinos. Tema: Alimentação suplementar. FEALQ, 1999.
- MORAES, A., LUSTOSA, S.B.C. Forrageiras de inverno como alternativas na alimentação animal em períodos críticos. In: Anais do 7º Simpósio sobre nutrição de bovinos. Tema: Alimentação suplementar. FEALQ, 1999.
- MORAIS, J.P.G.; BOIN, C.; NUSSIO, L.G.; PEREIRA, J.R.A., ROSSI, P.; PENATI, M.A. Avaliação de inoculante bacteriano para a produção de silagem no desempenho de bovinos em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1994, Maringá - PR. Anais da XXXI Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 1994.
- MORAIS, J.P.G. Silagem de gramíneas tropicais. In: Anais do 7º Simpósio sobre nutrição de bovinos. Tema: Alimentação suplementar. FEALQ, 1999.
- MOSER, an L.E. Post-harvest physiological change in forage plants. In: *Post-harvest physiology and preservation of forages*. Moore, K.J., Kral, D.M., Viney, M.K. (eds). American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin. 1995. p.1-19.
- MUCK, R. Silage inoculation. In: CONFERENCE WITH DAIRY AND INDUSTRIES, 1996, Madison. *Proceedings...* Madison: Dairy Forage Research Center, 1996, p.43-51.
- MUCK, R.E. SCHINNES, K.J. 2001. Conserved forages (silage and hay): Progress and priorities. In. International Grassland Congress. XIX. 2001. São Pedro. *Proceedings...* Piracicaba: Brazilian Society of Animal Husbandry. p.753.-762.
- NUSSIO, L.G.; In: Anais do 7º Simpósio internacional sobre produção de bovinos leiteiros. Cd-room. Fundação ABC, 2000.
- NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P. Silagem de miho. In: Anais do 7º Simpósio sobre nutrição de bovinos. Tema: Alimentação suplementar. FEALQ, 1999.
- PEREIRA, J.R.A.; REIS, R.A. Feno. In: Anais do 7º Simpósio sobre nutrição de bovinos. Tema: Alimentação suplementar. FEALQ, 1999.
- REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.de A. Aditivos para a produção de fenos. In: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. 34, Anais dos Simpósios..., Botucatu. 1998. Wechsler F. S. (ed) Sociedade Brasileira de Zootecnia, Botucatu. 1998. p.109-152.

- ROTZ, C.A. Field curing of forages. In: *Post-harvest physiology and preservation of forages*. Moore, K.J., Kral, D.M., Viney, M.K. (eds). American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin. 1995. p.39-66.
- ROTZ, C.A.; MUCK, R.E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: *Forage Quality, Evaluation, and Utilization*. Fahey Junior, G.C. (ed). ASA., CSSA., SSSA. Madison, Wisconsin. p. 828-868. 1994.
- SULLIVAN, J.T. Drying and storing herbage as hay. In *Chemistry and biochemistry of herbage*. Buttler, G.W.; Bailey, R.W. (ed). V.1 Academic Press, London, p.1- 42. 1973.
- VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca. Comstock Publishing. 1994. 476 p.
- WOOLFORD, M.K.. *The silage fermentation*. New York: Marcel Dekker, 1984. 350p.

## IMPACTO DO USO DE ADITIVOS E/OU INOCULANTES COMERCIAIS NA QUALIDADE DE CONSERVAÇÃO E NO VALOR ALIMENTÍCIO DE SILAGENS

Ciniro Costa<sup>1</sup>  
Alda Lúcia Gomes Monteiro<sup>2</sup>  
Dirlei Antonio Berto<sup>1</sup>  
Gercílio Alves de Almeida Júnior<sup>3</sup>  
Ana Beatriz Rocha de Castro Lopes<sup>3</sup>

### 1.Introdução

A conservação de plantas forrageiras através da ensilagem é um processo muito antigo. Pinturas encontradas no Egito ilustram que os habitantes daquela região conheciam a técnica no período de 1000 a 1500 a.C, entretanto os primeiros ensaios técnicos foram levados a efeito no século XIX, na França e Alemanha, quando foi possível armazenar com sucesso o milho em fossos cavados no solo (FARIA, 1993).

Segundo PEDROSO (1998), apesar do conhecimento antigo da ensilagem como técnica de conservação, a mesma se tornou popular apenas no final do século dezenove quando, em 1877, o fazendeiro francês A. Goffart, publicou o primeiro livro sobre silagem, com base na sua experiência de ensilagem de milho verde. Um ano depois, aproximadamente, uma tradução inglesa do seu livro foi publicada nos Estados Unidos da América, quando a técnica de preservação foi rapidamente assimilada pelos fazendeiros americanos.

No Brasil não se tem idéia exata da introdução da ensilagem, mas é provável que já no final do século XVIII tenha se iniciado o uso da mesma. Uma publicação de 1913 descrevia o processo com a afirmação de que “para nós a ensilagem não representa tão grande valor, porque mais ou menos durante o inverno, que o nosso país é ameno, se podem conseguir alimentos verdes e forragens substanciais por meio da cultura” (FARIA, 1993). O mesmo autor ressaltou ainda , que apesar de ter sido introduzido

<sup>1</sup> Prof. da FMVZ-UNESP, campus de Botucatu. secdmna@fca.unesp.br

<sup>2</sup> Profª. FCA - UNIMAR - Marília, SP. alda.lgm@terra.com.br

<sup>3</sup> Pós-graduandos em Zootecnia, FMVZ-UNESP, campus de Botucatu.

de maneira relativamente lenta no país, a ensilagem teve alguma expansão a partir do final da década de 60 e início dos anos 70, do século XX, graças aos esforços de órgãos de extensão rural e do começo dos trabalhos experimentais sobre os processos fermentativos.

A ensilagem de grãos úmidos de cereais entretanto, é um processo mais recente. Nos Estados Unidos da América, TONROY et al. (1974) relataram que a silagem de grãos úmidos de milho já era um procedimento padrão para muitos confinadores. Os mesmos autores citaram Beenson & Perry (1958) como sendo os primeiros pesquisadores que registraram aumento na eficiência alimentar em animais, recebendo silagem de espiga (grãos + sabugo) de milho de alta umidade e que, desde então outras pesquisas também confirmaram a eficiência alimentar, tanto com milho (Heuberger et al., 1959), quanto com grãos de sorgo (Pennet & Riggo, 1967; McGinty, Penic & Bowers, 1968; Riggs & McGinty, 1970).

De acordo com KRAMER & VOORSLUYS (1991), a silagem de grãos úmidos de milho foi introduzida no Brasil em 1981, na região de Castro-PR, sendo inicialmente utilizada na alimentação de suínos e mais tarde na alimentação de bovinos leiteiros e de corte. Entretanto, as primeiras publicações científicas brasileiras datam da década de 90 (JOBIM & REIS, 2001), período no qual a tecnologia foi definitivamente incorporada pelo setor produtivo nacional. A técnica da ensilagem de grãos úmidos incluindo manejo e dimensionamento do silo, vantagens e desvantagens do processo, encontra-se descrita por COSTA et al. (1997, 1999) e JOBIM & REIS (2001), e ainda se constitui um dos assuntos do presente Simpósio.

A silagem de grãos úmidos de cereais e de plantas forrageiras não são substitutivas. A primeira por ser um alimento concentrado energético complementa a silagem de planta forrageira como volumoso, especialmente no arraçoamento de ruminantes. Na alimentação de monogástricos a silagem de grãos úmidos substitui total ou parcialmente os grãos de cereais, que tradicionalmente são armazenados na forma de grãos secos.

Para Bolsen (1995), citado por MONTEIRO (1996), a qualidade da silagem pode ser influenciada por vários fatores biológicos e tecnológicos, incluindo o uso correto de aditivos, que apesar de estarem sendo usados através do século XX para aperfeiçoar a preservação das forragens, a indústria de aditivos não teve um papel significativo na produção de silagens de alta qualidade, até duas ou três décadas passadas.

## 2. Fatores que afetam a qualidade da silagem

O termo qualidade da silagem não é geralmente usado para designar seu valor nutritivo, mas sim a extensão pela qual o processo fermentativo no silo se desenvolveu de maneira conveniente (Breirem & Ulvesli, 1960; citados por VILELA, 1998).

A fermentação consiste na conversão de carboidratos solúveis em ácidos orgânicos, através de microrganismos inerentes ao próprio meio, no qual tendo encontrado condições adequadas, prevalecem (VILELA, 1998). O mesmo autor relatou ainda que, considera-se uma boa fermentação aquela na qual bactérias desejáveis (*Lactobacillus* sp) são estimuladas a converter açúcares presentes na planta em ácido láctico.

Dos fatores que determinam o padrão de fermentação, durante a ensilagem, os intrínsecos à planta forrageira são representados pelo adequado teor de matéria seca 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 da 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 de água.

Segundo Knabe & Weise (1974), citados por VILELA (1998), os fatores que controlam as fermentações secundárias são a atividade água, proveniente da própria umidade da planta, e a acidez, sendo que o teor de matéria seca original da planta pode ser tomado como medida dessa atividade e o quociente carboidratos solúveis: poder tampão pode servir como indicador de acidez.

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* (WILKINSON, 1983). Por outro lado, o elevado teor de matéria seca 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).

Dentre as plantas forrageiras, apenas o milho como planta padrão, seguida do sorgo, quando colhidas respectivamente com teor de matéria seca entre 33 a 37% e 28 a 38% (FARIA, 1993), 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.

Com relação ao elevado teor de umidade, a técnica do murhecimento, um dos assuntos do presente Simpósio, ou a adição de produtos ao processo de ensilagem têm sido praticadas como forma de remoção parcial da água da planta a fim de restringir a extensão da fermentação no silo e reduzir a incidência de fermentações secundárias.

Quanto aos teores de carboidratos solúveis e a capacidade tampão observa-se ampla variação em função de espécies e épocas de colheita. Segundo WOOLFORD (1984) e McDONALD et al. (1991), 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, a capacidade tampão e o teor de matéria seca. Para Knabe & Weise (1974) citados por VILELA (1998), quando a relação entre carboidratos solúveis e poder tampão diminui, um teor mínimo de matéria seca é requerido, para evitar fermentações indesejáveis no silo.

Na ensilagem de plantas que apresentam teores de matéria seca inferiores a 21%, carboidratos solúveis inferiores a 2,2% 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 esse quadro (Wilkinson et al., 1982; citados por VILELA, 1998).

VILELA (1998) evidenciou que os parâmetros normalmente empregados como critério de classificação da qualidade da silagem abrangem o pH, os ácidos orgânicos e o nitrogênio amoniacal, como porcentagem do nitrogênio total.

Com relação aos grãos úmidos de cereais, são adequadamente conservados na forma de silagem quando colhidos com teor de umidade de 28%, na amplitude de 25 a 30% (COSTA et al., 1999). Dentre os tipos de cereais, ROONEY & PFUGELDER (1986) enfatizaram que a indústria animal depende do milho, do sorgo e da cevada como fontes principais de energia e de proteína, entretanto outros grãos como o trigo (PETIT & SANTOS, 1996), o milheto, o triticale (HILL & HUTLEY, 1989), a aveia e o centeio são também empregados na alimentação animal.

Independente do material adequadamente conservado na forma de silagem, após a abertura do silo observa-se progressiva deterioração aeróbia, causada pela reativação da microflora que havia permanecido dormente sob condições anaeróbias, caracterizada pelo aumento da temperatura e do pH, devido à oxidação dos produtos finais da fermentação ou de componentes residuais como carboidratos solúveis não fermentados (ANDRADE, 2000). Dependendo de sua extensão, perdas de valor nutritivo, restrição da ingestão da matéria seca, distúrbios digestivos e, em alguns casos extremos, a morte do animal pela presença de toxinas são os efeitos negativos relatados (HATTORI et al., 1993).

JOBIM et al. (1999) concluíram pelo rápido desenvolvimento de microrganismos na superfície da silagem, que as silagens de grãos úmidos de milho e de espigas sem brácteas se caracterizam como sujeitas à rápida deterioração superficial, sem no entanto prejudicar as camadas mais profundas do silo, pela alta densidade desses materiais.

O mais seguro e efetivo método de prevenção da deterioração aeróbia é a certeza de que a silagem será consumida no mesmo dia de sua retirada. As porções devem ser retiradas sem que haja interferência no restante do material que continuará ensilado. Portanto, o silo deve ser corretamente dimensionado para que a taxa de remoção diária ao longo do silo e de toda a superfície frontal seja de no mínimo 10 a 30 cm, valores estes devendo ser maiores no verão (Wilkinson & Kilkenny, 1977; Honic & Woolford, 1980; citados por ANDRADE, 2000).

Dentre os diversos fatores que podem interferir na conservação e na subsequente estabilidade aeróbia das silagens, tanto de planta inteira, como volumoso, quanto de grãos úmidos de cereais como concentrado energético, muitos recursos em pesquisa com aditivos têm sido empregados, com o propósito de solucionar as limitações e obter silagem de alta qualidade.

### 3. Aditivos para silagem

Segundo McDONALD et al. (1991), os aditivos para silagem podem ser classificados em 5 categorias principais:

1. Estimulantes da fermentação, que agem por meio da adição de culturas bacterianas ou fontes de carboidratos;
2. Inibidores da fermentação, que agem inibindo parcial ou totalmente a fermentação;

3. Inibidores da deterioração aeróbia, que agem principalmente controlando a deterioração da silagem em exposição ao ar;
4. Nutrientes, que são adicionados no material para melhorar o valor nutricional da silagem, e
5. Absorventes, que são adicionados principalmente nas forragens com baixo teor de matéria seca para reduzir perdas de nutrientes por efluentes e diminuir a poluição ambiental.

Alguns substratos, como a polpa cítrica, podem ser associados a mais de um efeito entre os listados, como os que estimulam a fermentação, têm capacidade absorvente e também são fonte de nutrientes (CORRÊA & POTT, 2001).

Na Tabela 1 encontra-se a classificação e exemplos dos aditivos para silagem, segundo BOLSEN (1994), agrupando-os conforme sua função. Acrescentam-se a esses, os aditivos absorventes (McDONALD et al., 1991), como o sabugo de milho.

Tabela 1. Classificação dos aditivos para silagem

Estimulantes da fermentação		Nutrientes		Inibidores		
				da fermentação		da degradação aeróbia
Culturas de bactérias	Enzimas	Fontes de carboidratos	Minerais e protéicos	Ácidos	Outros	Ácidos Orgânicos; NNP
Lactobacilos	Celulase Amilase	Melaço Cereais Polpa Cítrica Farelos energéticos	Calcário Minerais Amônia Uréia	Sulfúrico Fórmico Lático Acético	Formaldeído Antibióticos NaOH NaCl	Ác. Propiônico Ác. Cáprico Amônia

Fonte: Bolsen (1994)

Historicamente, os aditivos foram usados para melhorar o padrão fermentativo de silagens produzidas sob condições difíceis (MERRY et al., 1993). Para VAN SOEST (1982), o uso de aditivos tem dois principais propósitos: influenciar o curso da fermentação e/ou alterar a composição do material ensilado promovendo melhor valor nutritivo.

A adição de produtos externos ao processo de ensilagem surgiu como forma de melhorar o resultado final da fermentação, alterando a matéria seca, o teor de carboidratos solúveis e o pH do material ensilado.

Segundo VAN SOEST (1982), A.I. Virtanen em 1938 realizou estudos na Finlândia sobre a aplicação de ácidos minerais na silagem, pelos

quais recebeu Premio Nobel em 1945. As silagens tratadas com ácidos minerais passaram a ser chamadas de AIV, iniciais de seu nome. Virtanen determinou a quantidade necessária de ácido para baixar o pH a um nível no qual as enzimas tanto da própria planta quanto de microrganismos fossem inibidas.

De acordo com MORAIS (1995), a partir daí surgiram vários métodos, formas e produtos de preservação, com cerca de 178 produtos surgidos no mercado entre 1949 e 1970.

Nos últimos anos, notadamente na última década, a utilização de aditivos e/ou inoculantes para silagens tem sido muito divulgada no setor pecuário no Brasil, em função do aumento do uso de suplementação volumosa para rebanhos de leite e corte no período de inverno. WOOLFORD (1984) sugeriu que um atrativo sobre o uso de inóculos de bactérias no processo de ensilagem seria o custo relativamente baixo de produção quando comparado a outros aditivos tais como as fontes de carboidratos, por exemplo. Além disso, acrescentou que o aditivo biológico não é corrosivo às máquinas, como seria o caso dos ácidos.

Segundo HARRISON & BLAUWIEKEL (1994), o tipo mais comum de aditivo utilizado nos Estados Unidos da América são os inoculantes bacterianos (estimulantes da fermentação), sendo que outras formas de aditivos também são bastante comuns, como as enzimas, ácidos (propiônico nos Estados Unidos da América e fórmico na Europa) e fontes de nitrogênio não protéico (amônia e uréia).

Kossoski (1994) citado por MONTEIRO (1996) afirmou que no Brasil o uso de inoculantes em silagens ainda não tem muita expressão, ao contrário da América do Norte, onde 40% das silagens são utilizadas com algum tipo de aditivo, sendo que destas 60% tem tratamento melhorador da fermentação utilizando inoculantes bacterianos e 18%, enzimáticos.

No Brasil, as pesquisas com aditivos para silagens concentraram-se nos aditivos absorventes, para conservação de forrageiras com elevado teor de umidade, especialmente o capim elefante (LAVEZZO, 1985 e 1993) e mais recentemente os cultivares de *Panicum maximum* (CORRÊA & POTT, 2001), considerando a impossibilidade de execução do emurchecimento

para o caso de colheita mecânica, ou dificuldades no caso de cortes normais (FARIA, 1993).

Os estudos com produtos enzimo-bacterianos tiveram início praticamente na década de 90, evidenciado pelas publicações de HENRIQUE(1990) e VILELA (1998) sobre aditivos para ensilagem de plantas de clima tropical. Rooke & Armstrong (1987) citados por HENRIQUE (1990) haviam descrito em Simpósio realizado na década de 80 nos EUA, os aditivos enzimáticos como os mais recentes produtos para silagem, afirmando que a evidência dos dados sobre a sua eficiência era pequena, mas que os mesmos deveriam tornar disponíveis substratos derivados da parede celular da forrageira para a microflora, assegurando substrato disponível para o sucesso da fermentação.

Dos trabalhos de HENRIQUE (1990) e VILELA (1998) permite-se concluir que tais aditivos foram ineficientes em melhorar as características qualitativas e nutricionais das silagens nas regiões tropicais, independente da espécie e da idade da planta ensilada. Além disso, concluiu-se que os inoculantes bacterianos têm sido ineficientes na estabilização da fermentação no silo, quando a população natural de bactérias da planta é alta, como no caso do milho.

Segundo MUCK & SHINNERS (2001), ainda os aditivos bacterianos e enzimo-bacterianos são os mais comuns. Quanto à estabilidade aeróbia, os autores afirmam que os inoculantes têm sido menos efetivos e que espera-se que a indústria possa melhorar esses produtos nos próximos anos. Nesse contexto, WILKINSON (1998) afirmou que o grupo de aditivos com finalidade de gerar estabilidade aeróbia na desensilagem tem crescido principalmente a partir da década de 90 (citam-se as revisões de Weissbach, 1996; Gotlieb, 1997; Whitlow & Hagler, 1997; Seglar, 1997). Segundo o autor, o interesse cresceu a partir do uso de materiais com maior teor de matéria seca nas silagens nos últimos anos, além da preservação da saúde animal e a preocupação crescente por perdas de produtividade no sistema.

No Brasil, a crescente utilização de silagens de gramíneas tropicais, inclusive substituindo parcialmente a utilização de forrageiras tradicionais como o milho e o sorgo, em função dos crescentes custos de produção destas,

tem trazido novos problemas no tocante à fermentação desejável das silagens, uma vez que características daquelas plantas não favorecem a fermentação anaeróbia. O controverso uso de aditivos para silagens de milho e sorgo tem sido muito discutido em função dos resultados nem sempre consistentes obtidos na sua utilização, principalmente no que se refere à performance animal.

MORAIS (1995) afirmou que falhas nas legislações governamentais de diversos países têm permitido a entrada no mercado de produtos não devidamente testados. A falta de informações técnicas confiáveis sobre os produtos leva o produtor a substituir boas técnicas de manejo do silo por aditivos, resultando em perda de qualidade. A meta, segundo o autor, é obter um produto economicamente viável que assegure preservação eficiente desde o momento de abertura do silo até sua completa utilização. MUCK & SHINNERS (2001) ainda vão mais longe, propondo que futuramente o produtor possa prever através de equações de aplicação prática, o sucesso ou o insucesso da aplicação do aditivo, através da avaliação rápida do *status* microbiano da cultura.

Segundo FARIA (1993) e VILELA (1998) na ensilagem do milho e do sorgo não existe necessidade de aditivos para o estímulo da fermentação pois, no ponto de colheita, o teor de matéria seca acima de 30% inibe os processos fermentativos indesejáveis. Por serem plantas pobres em nitrogênio, ensiladas com baixa umidade, existem vantagens no uso da uréia, como nitrogênio não protéico, objetivando elevar o teor protéico da silagem (FARIA, 1993; VILELA, 1998) e reduzir as perdas por mofo (VILELA, 1998). O uso da amônia anidra e da uréia para melhorar o valor alimentício de forragens conservadas constitui-se um dos temas do presente Simpósio.

No caso de silagem de grãos úmidos, de acordo com SHAVER (2000) é difícil para um inoculante produzir pH muito inferior ao originado através da fermentação natural (3,8 a 4,2). Assim, têm sido produzidas silagens com elevado valor alimentício sem o uso de aditivos (LOPES et al., 1999 a, b; JOBIM, 2001). O processo de ensilagem em si determina aumento do valor nutritivo do milho, provavelmente pela ação do pH e mudanças na estrutura da matriz protéica e dos grânulos de amido (LOPES, 2000).

O ideal seria que os aditivos tivessem comprovada capacidade de reduzir as perdas de matéria seca, aumentar a qualidade higiênica da silagem, limitar as fermentações secundárias, aumentar a estabilidade aeróbia (Wardynsky et al., 1993; citados por ANDRADE, 2000), incrementar o valor alimentício da silagem e, finalmente oferecer ao produtor ganhos financeiros consideráveis ao investimento inicial dessa tecnologia (Henderson, 1993; citado por ANDRADE, 2000).

No presente texto, a discussão será centrada nos aditivos e/ou inoculantes comerciais biológicos, enzimáticos e os inibidores da fermentação e da degradação aeróbia, excluindo portanto, aqueles utilizados como nutrientes tais como carboidratos, embora estes sejam estimulantes da fermentação devido à sua própria composição, e também os minerais e protéicos e, os absorventes. Para estes, indicam-se as revisões de VILELA (1998); VILELA (2001) e CORRÊA & POTT (2001).

### **3.1. Estimulantes da fermentação : culturas de bactérias e enzimas**

#### **3.1.1. Culturas de bactérias**

As bactérias láticas são um dos mais comuns aditivos para silagens em todo o mundo. São denominados inóculos bacterianos (BOLSEN & BRENT, 2001) ou inoculantes biológicos (ANDRADE, 2000). De acordo com HENDERSON (1993), o conceito de se aplicar linhagens de bactérias láticas homofermentativas à forragem para melhorar a fermentação não é novo. Através do século passado, os cientistas têm testado a adição das bactérias, com ou sem fontes de carboidratos solúveis. O autor cita Whittenbury (1961) que já havia definido critérios para o uso desses produtos. Porém, somente após o surgimento das técnicas de secagem a frio ("freeze-dried") e encapsulação, é que a exploração comercial de culturas de bactérias como aditivos expandiu-se, devido à possibilidade de manuseio e o tempo de estocagem de bactérias viáveis (McDONALD et al., 1991). Segundo MERRY et al. (1993), o processo de secagem a frio é de alto custo, porém é mais conveniente quanto à longevidade, distribuição e

segurança do produto.

Assim, o conceito de inóculo bacteriano para ensilagem a partir de estirpes selecionadas de bactérias láticas homofermentativas, como uma prática comercial efetiva, data do início da década de 1980 (MERRY et al., 1993).

Segundo REIS & MOREIRA (2001) citando Henderson (1993), o uso do inoculante bacteriano promove aumento da taxa de fermentação (maior relação ácido lático/ácido acético), diminuindo a proteólise e a deaminação da proteína, com uso mais eficiente dos carboidratos solúveis e, em conseqüência, maior retenção de nutrientes na silagem.

Segundo JANSSEN & GIARDINI (1995), as plantas forrageiras ao serem ensiladas contêm uma série de microorganismos, alguns aeróbios (fungos e bactérias) e outros anaeróbios tais como os gêneros *Escherichia*, *Klebsiella*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus* e *Pediococcus*. Destes, somente os *Clostridium* são anaeróbios obrigatórios, apenas sobrevivendo em meio aeróbio na forma vegetativa de esporos. Bolores e leveduras também ocorrem nas silagens e crescem facultativamente em meio anaeróbio, podendo sobreviver e proliferar nas silagens após a abertura do silo.

Segundo WILKINSON (1998), a velocidade da fermentação pode ser controlada naturalmente pela formação dos ácidos orgânicos (principalmente ácido lático) ou pela adição de ácidos ou preservativos. Os objetivos são os de atingir e manter as condições anaeróbias e inibir a fermentação por bactérias indesejáveis do gênero *Clostridium*. Esta fermentação leva à produção de ácido butírico, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> e compostos nitrogenados indesejáveis tais como aminas, além do apodrecimento da silagem.

Promover a fermentação lática é o modo mais comum e eficaz para controlar a fermentação butírica. Os ácidos acético e lático formados aumentam a concentração hidrogeniônica a um nível em que o desenvolvimento das bactérias do gênero *Clostridium* é inibido. Esta inibição é causada não só pela concentração hidrogeniônica, mas também pelos próprios ácidos não dissociados.

Como substratos da fermentação, glicose, frutose, sacarose e frutanas são os principais carboidratos solúveis presentes em gramíneas. Sacarose e frutanas são rapidamente hidrolisadas na ensilagem para os monômeros, glicose e frutose. Pode-se considerar que frutose e glicose são as principais fontes de carboidratos. Esses carboidratos solúveis são utilizados por uma série de microrganismos aeróbios, mas devido às condições anaeróbias atingidas dentro do silo, as bactérias formadoras do ácido láctico rapidamente dominam o processo (McDONALD et al., 1991).

McDONALD et al. (1991) apontaram os seguintes microrganismos como os mais importantes no processo de fermentação láctica: *Lactobacillus sp.*, *Pediococcus sp.*, *Leuconostoc sp.* e *Streptococcus sp.* Estas bactérias podem crescer em meio aeróbio, mas desenvolvem-se melhor em condições de anaerobiose, onde além do ácido láctico, produzem o ácido acético (MUCK, 1989). Os inoculantes biológicos utilizados comercialmente são *Lactobacillus sp.*, *Streptococcus sp.*, *Candida sp.* e *Pediococcus sp.*, conforme literatura revisada por ANDRADE (2000).

ELY et al. (1981) citaram vários estudos em que as culturas de *Lactobacillus plantarum* mais açúcar melhoravam consideravelmente a qualidade da silagem e diminuam as perdas. Em função da bactéria *Lactobacillus plantarum* freqüentemente ser isolada da própria silagem, pareceu apropriado que essa espécie tivesse um efeito maior sobre a fermentação do que as tentativas anteriores que haviam sido feitas com *L. acidophilus*.

Woolford & Sawczyk (1984), citados por ANDRADE (2000), ao avaliarem 21 estirpes de bactérias visando selecioná-las para uso como inoculante concluíram que a mistura de inóculos de gêneros diferentes pode fornecer melhores resultados do que a cultura pura. Segundo MORAIS (1995), dentre os critérios estabelecidos para o estudo dessas estirpes estavam a competitividade entre espécies por substrato, resistência a altas temperaturas, habilidade de efetuar rápida acidificação e atingir baixo pH, capacidade de produzir ácidos a partir de açúcares e sua ação contra ácidos orgânicos encontrados na forragem. Três estirpes foram selecionadas pelo seu maior potencial (*Streptococcus durans*, *Lactobacillus acidophilus* e *Lactobacillus plantarum*), enquanto que os microrganismos

heterofermentativos foram imediatamente excluídos.

VILELA (1998) apresentou como espécies predominantes nos inoculantes comerciais de silagem o *Lactobacillus plantarum* e/ou *Streptococcus faecium*. No entanto, o autor ressaltou que deve ser observada a grande diversidade genética entre as bactérias lácticas. MUCK (1996) citou que as composições dos inoculantes diferem muito em sua capacidade de fermentar os vários substratos, e diferem também na sua capacidade de crescer em meios com diferentes umidades e temperaturas. Assim, na comparação de produtos comerciais é importante notar se os produtos apresentam em sua composição organismos do mesmo gênero e da mesma espécie.

O princípio no qual se baseia a composição dos inoculantes comerciais disponíveis no mercado, segundo MORAIS (1995), está na diferente atuação de diferentes organismos em faixas diversas de pH. Assim, na combinação do *Streptococcus* com *L. plantarum*, o primeiro atuaria em faixas de pH mais elevadas no início do processo de ensilagem e o segundo quando o pH estivesse abaixo de 5,0. Assim, utilizam-se misturas de *Enterococcus* (*Pediococcus* ou *Streptococcus*) com *Lactobacillus* homofermentativos.

Para ter sucesso, o número de organismos no inóculo deve superar a população epifítica da silagem. Segundo HENDERSON (1993), inicialmente muitos produtos não continham número suficiente de organismos vivos para superar a população natural de microrganismos e dominar a fermentação, mas os produtos melhoraram, e fornecidas as corretas condições de armazenamento e seguidas as instruções de uso dadas pelos fabricantes, a maioria deles resulta na taxa de inoculação indicada de  $10^5$  a  $10^6$  UFC. g<sup>-1</sup> forragem. HERON et al. (1986) identificaram maior fermentação láctica nas taxas de aplicação de *L. plantarum* de  $10^6$  e  $10^8$  do que  $10^4$  UFC.g<sup>-1</sup> de forragem fresca. Segundo MERRY et al. (1993), apesar da pouca informação sobre nível de inoculação, a taxa de aplicação de  $10^6$  tem sido bem aceita.

Segundo ANDRADE (2000), o conceito de “fator de inoculação” (FI) foi introduzido por Pahlow (1990), sendo a razão entre o número de

bactérias lácticas no material tratado e o número de bactérias lácticas no material não tratado no momento da ensilagem. Quando o FI foi superior a 10, as concentrações de ácido láctico dobraram e as concentrações de ácido acético e nitrogênio amoniacal decresceram em relação à silagem não tratada. Para obter tal efeito, a inoculação na taxa de  $10^6$  UFC.g<sup>-1</sup> forragem fresca seria necessária. Tal observação poderia auxiliar na interpretação de resultados divergentes na literatura, pois quando é alta a contagem de bactérias lácticas da flora epifítica, o inoculante poderia trazer pouco ou nenhum efeito.

Trabalho de Satter et al. (1987) citado por MONTEIRO (1996) poderia confirmar as informações sobre o IF, uma vez que os resultados foram positivos quanto à produção de leite de vacas alimentadas com silagem, quando o IF foi superior a 10.

Assim, pode-se afirmar que a eficiência de inoculantes de silagem depende no nível de bactérias existentes na cultura, além do poder tampão da mesma e da quantidade e qualidade dos microrganismos adicionados à cultura. Outro fator citado por VILELA (1998) que interage na inoculação e afeta a sua eficiência é a origem das bactérias lácticas. O autor cita trabalho de Hill (1989), que isolou três cepas de *L. plantarum*, uma da alfafa e outras do milho e do sorgo. As mesmas foram co-inoculadas nestas três forrageiras, e a cepa dominante em cada silagem foi a isolada da própria planta. Segundo o autor, isto sugere que um inoculante desenvolvido para alfafa pode não ser eficiente para milho ou sorgo, dificultando sobremaneira uma resposta padrão do uso de inoculantes. MUCK (2001) confirma essa citação, destacando a importância da especificidade entre inóculo e cultura a ser ensilada.

Quanto às culturas forrageiras ensiladas, há importante discussão a ser feita. VILELA (1998) relata que tem-se obtido mais sucesso com inoculantes aplicados na ensilagem de capins e leguminosas do que na ensilagem do milho (Muck, 1993) e do sorgo (rodriguez et al., 1996), possivelmente pela mais alta população de microrganismos presentes nessas últimas. Segundo o autor, na revisão de Muck (1993), os inoculantes foram menos eficientes em melhorar a fermentação na silagem de milho (40% dos

casos), do que na alfafa (75% dos casos) ou nos capins (71% dos casos).

WEISS & UNDERWOOD (2001) relataram que as plantas de milho no momento do corte apresentam de 500.000 a 2 milhões de bactérias lácticas/g de forragem. A maioria dos inoculantes comerciais quando aplicados nas taxas recomendadas acrescentam cerca de 100.000 bactérias lácticas/g, portanto, com aumento relativo de 5 a 15%.

No caso da alfafa, MUCK (1989) em dois anos de observação, antes do corte detectou número inferior a 10 UFC.g<sup>-1</sup> de alfafa e imediatamente após o corte, mais da metade das amostras recolhidas do material apresentou cerca de 50 UFC.g<sup>-1</sup> da forragem, salientando a diferença acentuada quanto à população original de microrganismos da forragem a ser ensilada.

Segundo vasta revisão de ANDRADE (2000), a literatura indica diferentes comportamentos quando se utilizam os inóculos para milho. Para alguns autores, a aplicação de inoculantes tem aumentado a produção de lactato durante o início da fermentação (Combs et al., 1986; Sebastian et al. 1996); ou ainda melhorando a recuperação da matéria seca após a fermentação (Bolsen et al., 1992; Eichelberger et al., 1997), mas muitos trabalhos não apresentam respostas consistentes. Neste sentido, SHAVER(2000) argumentou que as condições de maior probabilidade de sucesso no uso de inoculantes na silagem de planta inteira de milho são quando a planta estiver excessivamente verde ou seca, ou logo após uma forte geada, onde a população natural é menor ou menos competitiva do que as bactérias contidas no inoculante.

ELY et al. (1981) testaram o uso de inoculantes comerciais com *L. plantarum* ( $10^7$  UFC.g<sup>-1</sup>) em silagens de alfafa, milho, sorgo e trigo em silos experimentais. A microflora anaeróbia facultativa aumentou para todas as silagens com o uso do inóculo e o número de *Lactobacillus* elevaram-se em todas elas, exceto para a silagem de milho. Houve redução de fungos e leveduras nas silagens de alfafa e trigo. Quanto à composição química, observou-se efeito sobre as mesmas silagens, com redução do pH, aumento do conteúdo de ácido láctico, e maior recuperação da matéria seca, proteína bruta e FDA e FDN (alfafa) e extrato etéreo (trigo). Para as silagens de

milho e sorgo, somente destaca-se o aumento nas populações de bactérias, sem nenhum efeito sobre o declínio do pH, ácidos da fermentação e outros componentes químicos.

McDONALD et al. (1991) afirmaram que muitas vezes observam-se resultados em aumento na ingestão da matéria seca das silagens quando fornecidas aos animais sem melhoria na qualidade fermentativa da silagem em si. Os autores descrevem que rápidos declínios de pH provocados pelo uso do aditivo podem inibir a atividade de enterobactérias, reduzindo a produção de endotoxinas e conseqüentemente favorecendo a ingestão. Acrescenta-se ainda que, mudanças no processo fermentativo nem sempre estão relacionadas com melhorias no desempenho animal.

KUNG JR et al. (1993) estudaram o efeito de diferentes inoculantes microbianos (Ecosyl®, ICI; Pioneer 1174®, Pioneer) sobre o valor nutritivo das silagens de milho para vacas em lactação. O primeiro produto apresentou maior produção de ácido láctico, e também maior produção de ácido acético, sem alterar o desempenho animal. O segundo produto não alterou a composição final da silagem e o desempenho animal, mas ambos aumentaram o teor de gordura no leite e o consumo de MS.

Isso foi reafirmado em artigo recente de MUCK e SHINNERS (2001), onde os autores citam que os resultados no desempenho animal muitas vezes têm sido superiores às melhorias na própria fermentação (Weinberg e Muck, 1996) ou à redução na proteólise. Esses resultados sugerem que os inoculantes possam estar afetando o desempenho animal direta ou indiretamente de modos não previstos que, se forem conhecidos, poderão contribuir sobremaneira para elevar a produtividade animal.

BOLSEN et al. (1992) estudaram o efeito do uso de dois inoculantes comerciais, Biomate® (*Lactobacillus plantarum* + *Pediococcus cerevisiae*) e Pioneer 1174® (*L. plantarum* + *S. faecium*) sobre as características de fermentação de alfafa e híbridos de milho, respectivamente. Os resultados indicaram aumento do número de bactérias, maior teor de ácido láctico e menor concentração de ácido acético, etanol e amônia, além de reduzido pH para a silagem de alfafa, sem nenhuma alteração significativa para o milho.

Em projeto conduzido no Brasil com os híbridos de milho AG510 e AG 5011, ANDRADE (2000) concluiu que alterações bromatológicas e fermentativas mínimas foram obtidas com o uso dos inoculantes. O mesmo autor afirmou que Muck e Kung (1997) em ampla revisão sobre o tema, encontraram que em mais de 60% dos trabalhos publicados entre 1990 e 1995 com diversas plantas forrageiras foram identificados efeitos positivos dos inoculantes sobre o pH, relação ácido láctico:ácido acético e concentrações de N amoniacal. Contudo esses efeitos foram menos consistentes para o milho, observando-se que para o milho a redução no pH, por exemplo, foi observada em somente 31% dos casos.

Trabalhos recentemente publicados no Brasil (Reunião da SBZ, 2001) avaliaram a qualidade da silagem, a digestibilidade, o valor nutritivo e o desempenho de animais alimentados com silagens que receberam diversos aditivos comerciais.

No caso de silagem de alfafa, RODRIGUES et al (2001a), observaram efeito favorável do uso de aditivos quanto à disponibilidade de nutrientes e consumo de matéria seca com o inoculante Silobac® para material ensilado com 37,5% MS e 19,6% PB.

Para silagens de milho, RODRIGUES et al. (2001b) avaliaram a digestibilidade total em carneiros alimentados com silagem de milho (28,6% MS; 9,6% PB) inoculada com Pioneer 1174® (*L. plantarum* + *S. faecium*). A inoculação não alterou a digestibilidade total da MS, PB, ENN, FB, FDN, FDA, amido, NDT, retenção nitrogenada e consumo de MS, com tendência (P=0,0878) apenas no aumento da digestibilidade do EE para as silagens inoculadas.

RODRIGUES et al. (2001c) estudaram a inoculação de silagens de sorgo (28,7% MS; 7,7%PB), objetivando avaliar o valor nutritivo das mesmas, com aditivo comercial Sil-All® (*S. faecium*, *P. acidilactici*, *L. plantarum* + combinação de enzimas) fornecidas para carneiros. A inoculação com esse produto não melhorou o valor nutritivo nem aumentou o consumo de matéria seca. Os mesmos parâmetros de composição química citados anteriormente para o milho, foram repetidos e não houve diferença significativa entre a silagem inoculada e não inoculada, exceto com tendência

( $P=0,0522$ ) para a diminuição da digestibilidade do EE. Em outro trabalho realizado com silagem de sorgo, VIEIRA et al. (2001) não verificaram efeito da inoculação com Silobac® sobre os teores de carboidratos solúveis e ácidos orgânicos.

SILVA et al. (2001a e b) avaliaram o desempenho e o rendimento de carcaça de bovinos Holandês x Zebu alimentados com silagens de milho e sorgo, inoculadas ou não com aditivos microbianos (Maize All®). Além disso, verificaram o consumo e a digestibilidade aparente total e parcial de nutrientes. As silagens de milho e sorgo tratadas com o inoculante não resultaram em vantagens no consumo e no desempenho animal em relação ao controle indicando que as dietas equivaleram-se nutricionalmente, havendo semelhança também quanto às digestibilidades aparentes ruminais e intestinais. Tais resultados evidenciam a ocorrência do suficiente suprimento de substratos das plantas ensiladas para as bactérias importantes para a preservação da massa.

MORAIS (1995) ensilando milho com diferentes teores de MS (28 a 33% e 35 a 40%) avaliou a digestibilidade “in vivo” em ovinos, a degradabilidade “in situ”, a taxa de passagem e o desempenho animal em bovinos. Embora tenha havido melhoria na digestibilidade da fibra observada “in vivo” utilizando ovinos, não foi observado aumento no desempenho de novilhos confinados alimentados com dieta à base de silagem inoculada. Os valores de digestibilidade “in vivo” com bovinos, não indicaram diferenças entre as silagens. Assim como os parâmetros degradabilidade “in situ” e taxa de passagem das dietas não diferiram significativamente.

MUCK (2001) afirmou que aumento no consumo de silagem de milho inoculada foi observada somente em 21% dos estudos com animais, nos quais parâmetros fermentativos haviam sido melhorados em 60% dos mesmos. Já o incremento na produção de leite tem sido observado mais freqüentemente do que no consumo (50% dos experimentos nos EUA).

Diante de dados bastante controversos publicados na literatura nacional e internacional, cita-se que, segundo NUSSIO (1998), a melhor ação dos inoculantes para o milho está na redução de perdas de matéria seca em até 2%. O mesmo enfoque poderia ser dado ao uso desses produtos

para as demais plantas de silagem.

Um conjunto de resultados estão apresentados nas Tabelas 2 e 3 a seguir, com a finalidade de mostrar os percentuais de respostas ao uso de inoculantes bacterianos comerciais.

Tabela 2. Percentual de ensaios publicados entre 1990 e 1995 com resultados positivos do uso de aditivos bacterianos sobre a qualidade e valor nutritivo de silagens, principalmente de gramíneas.

Parâmetros avaliados	Percentual de ensaios
pH	63
Relação ácido láctico:ácido acético	63
Redução no teor de N amoniacal	65
Redução de perdas de MS	37
Menor estabilidade aeróbia	28
Maior digestibilidade da MS	29

Fonte: Adaptado de Muck & Kung (1997), citados por VILELA (2001)

Tabela 3. Percentual de ensaios publicados entre 1990 e 1995 com resultados positivos sobre o valor nutritivo de silagens quando do uso de aditivos bacterianos.

	Digestibilidade da MS	Consumo de MS	Produção de leite	Ganho em peso
% de ensaios	69	28	47	53

Fonte: Adaptado de Kung & Muck (1997), citados por VILELA (2001).

Com relação às demais gramíneas forrageiras tropicais e subtropicais, ANDRADE (2000) citou Catchpoole e Williams (1969), sugerindo que a deficiência de bactérias lácticas seria o fator responsável pelo alto teor de ácido acético encontrado nas silagens.

GORDON (1989a) estudou a adição de *Lactobacillus plantarum* na ensilagem de azevém perene (15,3% de MS), através de análise química, da digestibilidade com carneiros e da produção de leite em vacas. A silagem

tratada teve significativamente maior teor de proteína bruta, fibra detergente ácido e de carboidratos solúveis, e menor nitrogênio amoniacal, acetato e conteúdo de cinzas, do que a silagem controle; e a recuperação dos nutrientes foi idêntica entre essas silagens. Mostrou também maior digestibilidade de MS, da matéria orgânica, da energia e da proteína. No ensaio de produção de leite, as vacas receberam concentrado além da silagem, e os animais alimentados com silagem inoculada consumiram 10% mais MS e produziram 2,1 kg de leite a mais por dia, do aquelas consumindo silagem controle. Os animais consumindo silagem inoculada não perderam peso. Assim, a silagem inoculada alterou positivamente a curva de produção de leite. O autor analisou também a digestibilidade aparente pela vacas, e com a silagem inoculada houve tendência para uma maior digestibilidade da MS e da matéria orgânica, e um aumento no consumo de energia bruta e energia digestível. O mesmo autor realizou um segundo trabalho bastante semelhante (GORDON, 1989b), apenas usando a segunda rebrota do azevém perene, quando então a silagem apresentou 18,6% MS. Os dados confirmaram os do trabalho anterior, e o autor concluiu que o inóculo usado na ensilagem pode melhorar consideravelmente o desempenho animal, sem melhora aparente nas características fermentativas da silagem. Isso porque, o inóculo apenas determinou aumento significativo no conteúdo de ácido láctico da silagem, não afetou a ingestão de MS, mas aumentou significativamente a produção de leite, explicado pelos resultados, devido a um aumento na digestibilidade “in vivo” dos nutrientes.

HENRIQUE (1990) avaliou o efeito de dois aditivos enzimo-bacterianos disponíveis no mercado na época (Bio-Silo® e Bio Silo® P.U. solúvel, Katec Kaiowa Agrotécnica Ltda.) sobre a silagem do capim elefante, avaliando o consumo e digestibilidade dessa silagem por ovinos. A aplicação de 0,1% dos aditivos comerciais, associados ou não a 0,9% de fubá de milho, não melhoraram de forma notável a qualidade das silagens com capim elefante cortado aos 60 dias.

Já, ANDRADE (2000) trabalhando com capim elefante com teores de MS (17,82%) e carboidratos solúveis (2,3% da matéria natural), assim considerado material potencialmente problemático para ensilagem, obtiveram resultado de melhor processo de fermentação indicada pela melhor relação ácido láctico: ácido acético, principalmente referente ao uso do inoculante Pioneer® 1174. O autor observou maior resistência aeróbia nesse caso, aumentando o intervalo de tempo para o aquecimento.

COAN et al. (2001) avaliaram o efeito do inoculante enzimático-bacteriano (Bacto Silo C®) na composição química, digestibilidade e parâmetros qualitativos das silagens de capins *Panicum maximum* (cvs. Tanzânia e Mombaça), colhidos aos 45 e 60 dias. Os autores concluíram que o uso do inoculante não melhorou as características estudadas, independente da cultivar e da idade de corte.

Haigh et al. (1996) citados por ANDRADE (2000), observaram melhor padrão fermentativo em 22 trabalhos científicos conduzidos com diversos tipos de inoculantes em gramíneas com teor médio de MS igual a 27,7% e 3,6% de carboidratos na matéria natural.

YAN et al. (1998) encontraram efeito do uso de inóculos bacterianos sobre a digestibilidade da MO e digestibilidade de FDN e FDA da silagem de azevém fornecida a ovinos, ressaltando os autores que esses resultados refletiriam uma digestão mais extensiva no abomaso e no intestino mais do que ruminal. Em outro trabalho, PATTERSON et al. (1998) forneceram a silagem de azevém aditivada para 48 vacas em lactação, as quais responderam com elevação significativa ( $P < 0,001$ ) de produção de leite em 2,4%, embora sem aumento no consumo de MS da silagem e sem alteração na composição do leite.

JOBIM & REIS (2001) relataram que não têm sido realizados estudos comparativos para determinar a eficiência do uso de inoculantes em silagens de grãos úmidos de milho, porém na prática tem se constatado que melhoram o padrão de fermentação, e possivelmente, a estabilidade da silagem, entretanto é indispensável avaliar a relação custo:benefício.

Salienta-se que o uso de inoculantes bacterianos em silagens, tanto de planta inteira quanto em grãos úmidos de cereais é técnica amplamente utilizada nos Estados Unidos da América. As informações obtidas na Internet ([www.uwex.edu/ces/crops](http://www.uwex.edu/ces/crops)), fornecidas por pesquisadores consagrados na área de produção de silagem (Muck, 2001; Muck & Hoffmann, 2001) sempre ressaltam que a resposta ao uso de inoculantes tem tido sucesso menos freqüente para silagem de milho (40% de respostas positivas em fermentação) do que para outras gramíneas e leguminosas como azevém e alfafa (60 a 70% de respostas positivas em fermentação), há que se conhecer a população natural de bactérias da silagem. PITT & MUCK (1995) desenvolveram equações de predição da população natural de bactérias para alfafa, que auxiliariam prever quando o uso do aditivo poderia ser mais efetivo. A grande curiosidade está na seguinte questão: “Porque as respostas

em performance animal muitas vezes ocorrem sem que haja alteração nos padrões fermentativos da silagem em si?"

Na fase aeróbia de ensilagem, durante o enchimento do silo até o esgotamento do oxigênio, os fungos têm plena atividade juntamente com as leveduras, e produzem metabólitos chamados micotoxinas. Se o silo não estiver bem compactado ou vedado, o oxigênio presente favorece o crescimento de leveduras. Isto inibe as bactérias produtoras de ácido láctico. O pH da silagem aumenta e promove a multiplicação dos fungos e maior produção de micotoxinas, que podem alterar processos bioquímicos, inclusive a lactação (WHITLOW, 2000). Entre essas micotoxinas, os autores incluíram a DON ou vomitoxina, a zearalenona, a toxina T-2, toxina PR e a patulina, todas com possíveis efeitos negativos sobre os animais. Nesse sentido, MUCK (1996) ressaltou que os inoculantes, por inibirem a produção de toxinas na silagem tem efeito positivo sobre o ambiente ruminal.

As indústrias de inoculantes esperam aumentos de 1,5 a 3,5% nas respostas em performance animal em leite e carne com o uso de seus produtos. REIS e MOREIRA (2001) indicaram como média de resposta valores ao redor de 2 a 4%. Discute-se aqui também qual seria a eficiência de resposta desse produto em silagens no Brasil, onde muitas vezes depara-se com sistemas ineficientes no cultivo e na colheita do material a ser ensilado, e onde freqüentemente são notados períodos de enchimento dos silos até acima de sete dias, comprometendo imensamente a qualidade da silagem.

No contexto da estabilidade aeróbia da silagem, uma outra linha de inoculantes bacterianos foi lançada mais recentemente no mercado. DEMARCHI (2000b) descreveu que os inoculantes tradicionais promovem a formação de ácido láctico, ideal para o rápido abaixamento do pH do silo e conseqüente estabilização com perdas reduzidas. Porém, uma vez que o silo é aberto para consumo, o ácido láctico pouco ajuda na preservação do material ao se confrontar com fungos e leveduras. O ácido acético, embora mais fraco do que o ácido láctico e, portanto não tão eficiente para garantir boa fermentação, acaba sendo mais eficiente do que o láctico nesta etapa final do processo. O autor ressalta que nesta situação se encontra a viabilidade destes produtos. Segundo MUCK & SHINNERS (2001), os mesmos baseiam-se em uma linhagem heterofermentativa *Lactobacillus buchneri*, que produz os ácidos láctico e acético, atuando bem tanto na etapa fermentativa quanto na abertura do silo.

DEMARCHI (2000a) afirmou porém, que há de se reconhecer que a eficiência de inoculantes com *L. buchneri* é menor em comparação aos tradicionais considerando-se a fermentação láctica, com perdas de matéria seca que são em média 0,5 a 2,0% mais altas nesta etapa, segundo pesquisadores de indústria do setor. Isto ocorre justamente por não resultar unicamente em ácido láctico, reconhecidamente mais eficiente. Também, o custo tende a ser mais alto: US\$ 1,50 a US\$ 2,00/tonelada MO contra US\$ 1,00 a US\$ 1,50 dos tradicionais (valores dos EUA). No Brasil, segundo o autor, o custo da inoculação é, em média, US\$ 1,00/tonelada tratada. Ainda o mesmo autor citou que, considerando-se que as perdas na abertura do silo possam ser significativas, o investimento pode se justificar. Experimentos nos EUA durante 2 anos indicaram que a silagem tratada com o inóculo, exposta ao oxigênio, demorou em média 56 horas a mais para aquecer 2,5 °C, comparada com a silagem não inoculada.

DEMARCHI (2000a) destacou que não há ainda estudos sobre o uso dos inóculos em silagens de milho tratadas com *L. buchneri*, avaliando-se produção de leite ou ganho de peso. Há a preocupação de que o ácido acético produzido gere efeitos negativos na aceitabilidade pelos animais, embora trabalhos realizados na Alemanha, com carneiros recebendo silagem de gramínea tratada com este inoculante mostraram não haver diferença de consumo.

De acordo com Driehuis et al. (1999) citados pelo autor, este seria um aditivo específico para os produtores que apresentam problemas com a retirada de silagem. Citam-se aqui os produtores que têm silos superdimensionados para o rebanho, e não conseguem remover a silagem a taxas satisfatórias, aumentando o risco de aquecimento da massa. Também, se as condições de ensilagem não forem adequadas, como no caso de restrições climáticas, material com altíssimo teor de MS ou tamanho de partícula acima do ideal, lentidão no enchimento dos silos e má compactação, etc., o potencial de sucesso do uso deste inoculante aumenta. Além do *L. buchneri*, inóculos que produzem ácido propiônico podem auxiliar no processo, uma vez que este ácido também inibe fungos e leveduras.

Segundo os fabricantes, os inoculantes bacterianos podem apresentar algumas vantagens sobre outros aditivos de preservação aeróbia, como: segurança no manuseio (não tóxico), baixa inclusão de aplicação por tonelada de forragem cortada e não ter resíduos ou problemas de contaminação para o meio ambiente.

#### 4.1.2. Enzimas

Segundo HOFFMAN & MUCK (2001), a enzima é uma proteína que cataliza reações químicas em sistemas biológicos. A adição de enzimas às silagens tem recebido considerável atenção na última década. Sua primeira função é degradar a fibra da forragem durante a fermentação, tornando a silagem mais digestível. A degradação da fibra em açúcares solúveis também aumenta o substrato para as bactérias produzirem o ácido láctico, reduzindo o pH no silo.

MUCK & SHINNERS (2001) citam que os aditivos enzimáticos, principalmente as enzimas que degradam a parede celular, atendem dois objetivos: fornecem carboidratos à fermentação e quebram parcialmente as paredes celulares das plantas de modo que a performance animal possa ser melhorada. Esses produtos têm sido bem sucedidos em alcançar o objetivo de degradação da parede celular, mas menos sucedidos em termos de performance animal (Muck e Kung, 1997; Kung e Muck, 1997).

Os aditivos de silagem com base em enzimas contêm celulases, xilanases (NUSSIO, 1998) e mais hemicelulases, amilases e pectinases (HOFFMAN & MUCK, 2001). Celulases, hemicelulases e pectinases são responsáveis pela degradação das porções fibrosas das plantas; a amilase degrada o amido, sendo portanto, o seu uso mais indicado para silagens que contenham esse substrato. NUSSIO (1998) alegou que o objetivo é a degradação das paredes celulares das plantas e a oferta aos microrganismos de fibras modificadas, de modo que a digestão possa ser feita de maneira mais facilitada, mas que os resultados não são ainda muito claros.

Na década de 60, Owen (1962) e Leatherwood et al. (1963) citados por HENRIQUE (1990) avaliaram a adição das enzimas celulase, hemicelulase e pectinase na ensilagem de sorgo (21,5% MS) e na ensilagem de alfafa e cevada, respectivamente. O primeiro autor encontrou que a adição de celulase pareceu estimular a atividade microbiana, diminuindo a porcentagem do extrativo não nitrogenado da silagem de sorgo, e os demais autores obtiveram aumento da degradação da celulose, embora as perdas de MS da silagem tenham sido maiores.

O uso de celulases e hemicelulases fornecendo substratos fermentescíveis em quantidade extra deve ser feito de maneira controlada quando se pretende impedir uma fermentação prejudicial dos açúcares. Além disso, VAN VUUREN et al. (1989) encontraram maior efeito do tratamento

enzimático sobre a celulose do que sobre a hemicelulose enquanto que o teor de lignina não foi afetado. Segundo HENDERSON (1993) o uso de enzimas celulolíticas e hemicelulolíticas como aditivos de silagens tem sido considerado sob dois pontos de vista: primeiro como meio de aumentar o teor de carboidratos solúveis como substrato para bactérias lácticas, e o segundo, como um método de melhorar a digestibilidade da matéria orgânica da forrageira.

A maioria das enzimas comerciais são preparações puras contendo elevada atividade enzimática. Segundo KAUTZ & SODERLUND (1991), são reconhecidas pela inclusão dos seguintes organismos no produto: *Bacillus subtilis*, *Aspergillus niger* ou *Aspergillus oryzae*. Estes organismos produziram várias enzimas incluindo celulase, amilase e hemicelulase. Cerca de 40% de hemicelulose é degradado durante a fermentação da silagem, ou seja, a ação sobre a celulose, ou sobre a fibra detergente ácido (FDA) que produz a maior parte do substrato adicional (HENDERSON, 1993). As preparações de enzimas parecem ser mais ativas em silagens sem pré-secagem, portanto, com baixo teor de MS, e ainda sob temperaturas de 20 a 50°C. HENDERSON & Mc DONALD (1977) afirmam ainda que, alguns experimentos identificaram que o nível de celulase adicionado deve ser maior que 1,0 g/kg da matéria verde para que haja hidrólise apreciável da celulose.

No trabalho de YU et al. (1975), a adição de celulases e pectinases no momento da ensilagem melhorou a digestibilidade da parede celular da alfafa ensilada. O mesmo concluíram VAN VUUREN et al. (1989), afirmando que uma consequência da adição de tais enzimas antes da ensilagem poderia ser a desintegração da parede celular, o que deveria aumentar a extensão e a taxa de degradação ruminal. Isto poderia resultar em maior digestibilidade e valor nutritivo da silagem.

HENDERSON et al. (1982) inocularam as silagens de azevém perene, alfafa e trevo, e testaram o efeito da adição da celulase (4g/kg de material verde). A adição da enzima aumentou a hidrólise da celulose, e esse efeito foi maior na silagem de gramíneas do que nas de leguminosas. Os autores concluíram que quando o conteúdo de carboidratos solúveis é limitante para uma fermentação satisfatória, como nas silagens de leguminosas, a adição de celulase deve ser benéfica, uma vez que fornece

açúcar extra para as bactérias.

EL HAG et al. (1982) avaliando o uso de aditivos bacterianos e enzimo-bacterianos sobre o valor nutricional da silagem de milho e a performance de novilhos de corte alimentados com a mesma silagem observou que os tratamentos não tiveram efeito sobre o valor alimentício da silagem, não refletindo sobre o ganho de peso dos animais.

Já, FISHER et al. (1984) estudaram aditivo consistindo de cultura seca de *Lactobacillus acidophilus* e *Aspergillus oryzae* em um ensaio de alimentação com vacas leiteiras e um ensaio de digestibilidade com carneiros. Quanto à qualidade da silagem de alfafa, o aditivo não influenciou a composição da silagem exceto para o nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) que foi 5,4% comparado à silagem controle com 9,0%. Em relação à produção de leite, os valores foram semelhantes (média de 25kg leite/dia), apesar do menor ( $p < 0,05$ ) consumo da silagem tratada com aditivos (10,70 vs 12,95 kg MS/dia) mostrando maior eficiência de utilização. A silagem tratada teve maior ( $p < 0,05$ ) digestibilidade da matéria orgânica, da fibra detergente ácido (FDA) e nitrogênio, comparada à silagem controle. Concluiu-se que o aditivo foi efetivo em preservar maior proporção de nutrientes da forragem para utilização pelas vacas leiteiras.

Van Vuuren et al. (1991) citados por MONTEIRO (1996) demonstraram que quando as vacas leiteiras consumiram silagem de alfafa tratada com aditivos enzimo-bacterianos houve maior taxa de fermentação no rúmen e fluxo elevado de matéria orgânica saindo do rúmen, mas não houve efeito sobre o consumo de matéria orgânica.

Segundo NUSSIO (1998), em experimentos no Arizona – EUA, em rebanhos de alta produção, notaram-se respostas bastante positivas, com aumento de até 3,5 l/leite/dia em vacas que apresentavam média de produção de 40 litros diários. Constatou-se que o principal efeito no uso de enzimas se deu em termos de consumo de MS, aumentando o mesmo em até 18%. Tal ação pode estar ligada à ocorrência de uma pré-digestão do alimento. Além disso, os estudos provaram que as enzimas melhoraram a digestão ruminal do produto, com destaque também para a digestão da fibra pós-ruminal. Em termos de produção de leite, os aumentos foram em torno de 15%, o que representou um potencial de transformação bastante expressivo.

BOLSEN (1994) sugeriu que as enzimas deveriam ser usadas

somente em combinação com um inoculante bacteriano efetivo, pois enzimas exclusivas podem levar à quantidade excessiva de ácido acético e etanol na silagem. Neste sentido, a indústria, através da biotecnologia desenvolveu uma mistura de enzimas (celulases, hemicelulases e amilases) e bactérias (*Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus faecium* e *Pediococcus acidactili*) produtoras de ácido láctico.

Segundo KAUTZ & SODERLUND (1991), a maioria dos produtos enzimáticos que estão no mercado hoje, são uma combinação de bactérias lácticas e várias enzimas; assim, o autor argumenta que torna-se difícil diferenciar se são as enzimas ou as bactérias, ou ambas, que têm o maior efeito na fermentação e na qualidade resultante da silagem.

De acordo com HOFFMAN & MUCK (2001), é evidente que as enzimas possam ser efetivas em melhorar a performance animal. Porém, seu uso em silagens, ou até mesmo em ração total na forma de glicosilatos, tem sido limitado pela falta de resultados consistentemente positivos nas pesquisas, e ainda pelo seu alto custo.

### 3.2. Inibidores da fermentação e da degradação aeróbia: ácidos minerais e orgânicos

Os ácidos são adicionados às plantas na ensilagem para causar imediata queda do pH ou para aumentar a estabilidade aeróbia. O ácido fórmico e os ácidos minerais (ácido sulfúrico e ácido hidrolórico) reduzem rapidamente o pH e limitam amplamente as perdas de nutrientes como proteínas e carboidratos. Porém, esses ácidos são extremamente cáusticos e perigosos para uso. Um número muito reduzido de produtores usam esses compostos nos Estados Unidos da América, porém os mesmos são freqüentemente utilizados na Europa (WEISS & UNDERWOOD, 2001).

Na Inglaterra, os aditivos contendo ácido fórmico mais formalina são aplicados a cerca de 10% das silagens de gramíneas feitas com MS abaixo de 28% e em 5% das silagens com teor de MS superior (HAIGH & CHAPPLE, 1998). Esses autores publicaram um conjunto de 7 experimentos realizados entre 1980-1983, nos quais concluíram que a silagem aditivada resultou em melhor ganho de peso de novilhos (5%), embora o consumo de MS tenha sido menor.

VILELA (2001) afirmou que dos ácidos orgânicos, o ácido fórmico é o mais empregado. Citando Lavezzo (1981), recomenda que a quantidade empregada varia de 2,2 a 3,3 l/tonelada de forragem verde (ácido fórmico a 85%) e, afirma ainda que trabalhos foram realizados no Brasil com soluções de formaldeído (formol, 37 a 45% de formaldeído; Boin, 1975), e na Europa, com soluções mistas de formol e ácido fórmico, indicando melhoria na qualidade da silagem de gramíneas, na digestibilidade e no consumo de MS.

EVANGELISTA & LIMA (2000) afirmaram que os aditivos ácidos reduzem o crescimento de microrganismos aeróbios e a solubilidade da proteína. No entanto, destacaram que são produtos de difícil aquisição, sendo encontrados somente em grandes centros comerciais. Entre esses compostos, incluem-se o pirossulfito de sódio, ácido fórmico, formol e misturas de formol com ácido fórmico, como foi citado, sendo os mesmos pouco utilizados no Brasil, praticamente restringindo-se a condições experimentais. Informações sobre dosagens encontram-se em sua publicação.

Segundo WEISS & UNDERWOOD (2001), o ácido propiônico é mais fraco que o ácido fórmico e demais ácidos minerais, mas pode ser bastante interessante como aditivo para silagens. Woolford (1975), citado por PITT et al. (1991), classifica o ácido propiônico como um inibidor de deterioração aeróbia, restringindo o desenvolvimento de fungos e leveduras. Estes autores citam que em doses de aplicação acima de 2,5% da MS, o ácido propiônico inibiu a deterioração aeróbia da silagem de milho por mais de 19 dias, evitou mudanças de pH por mais de 36 dias e o aquecimento e crescimento de fungos por 7 dias, tendo sido mais eficiente do que o ácido fórmico e as misturas entre os dois ácidos.

Em modelo predito por PITT et al. (1991), utilizando vários aditivos (bacterianos, enzimáticos, ácido fórmico e ácido propiônico), visando a estabilidade aeróbia das silagens de milho e alfafa, este ácido foi o único que melhorou substancialmente esse aspecto das silagens. Embora, outros produtos como os inóculos possam beneficiar o processo de fermentação, a inibição direta do crescimento fúngico pelo ácido propiônico foi mais importante para a estabilidade do que os efeitos indiretos dos demais aditivos.

WILKINSON (1998) salienta a resposta ao uso do ácido propiônico quanto à restrição de crescimento fúngico, porém enfoca que

seu uso é limitado pelo alto custo, informação reiterada por WEISS & UNDERWOOD (2001). Os autores destacaram que, se linhagens de bactérias forem desenvolvidas com capacidade de produzir ácido propiônico em competição com o ácido láctico, de modo que o primeiro seja o produto predominante, então se esperaria que essas silagens tivessem boa resistência às perdas aeróbias durante a desensilagem.

WEISS & UNDERWOOD (2001) citam ainda um outro preservativo do tipo ácido, o diacetato sódico, encontrado no mercado americano. É uma mistura de ácido acético e sais de sódio, com resultado similar ao do ácido propiônico, principalmente em reduzir as deteriorações aeróbias da superfície do silo, sendo assim recomendado que se acrescente às últimas camadas da silagem, com possibilidade de redução do custo se comparado ao outro ácido.

No mercado nacional, é reduzido o uso de ácidos como agentes de estabilidade aeróbia. Algumas empresas estão apresentando em seus inoculantes bacterianos, alguns “agentes biológicos anti-fúngicos” denominados como *Propionibacterium* para uso em silagens de milho, principalmente ([www.katec.com.br](http://www.katec.com.br)). DAWSON et al. (1998) afirmaram que o uso de *Propionibacterium acidipropionici* DH42 melhorou a fermentação durante a ensilagem e reduziu a instabilidade aeróbia.

No caso da silagem de grãos úmidos, HOFFMAN & POSSIN (2001) preconizam o uso de ácidos orgânicos quando existirem condições desfavoráveis à fermentação natural, como por exemplo, teor de umidade muito baixo (menor que 26%), condições inadequadas de armazenamento, remoção muito demorada da silagem, histórico de aquecimento ou presença de fungos, ou quando há necessidade de transferência do material para outro local de armazenamento.

SEBASTIAN et al. (1996) comparando ácido propiônico e inoculante bacteriano (uma mistura de *Lactobacillus plantarum* e *Enterococcus faecum*) em silagem de grãos úmidos de milho, concluíram que ambos inibiram fermentações secundárias e que a eficácia do produto depende do período de armazenamento e dos critérios usados na avaliação da estabilidade da silagem, uma vez que a partir de 138 a 202 dias de

armazenamento ocorreu aumento no número de leveduras e fungos, de 38 e 23%, respectivamente, nos tratamentos controle e preservado com ácido propiônico.

Há duas filosofias para aplicação de ácidos orgânicos na preservação de silagem de grãos úmidos de milho, a preservação total, que conservaria o material por um ano (10 a 20 lbs/t de silagem) e o auxílio na estabilidade aeróbia na abertura do silo que consiste no controle de leveduras onde aplica-se 2 a 5 lbs/t de silagem (HOFFMAN & POSSIN, 2001).

Pesquisas em andamento na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP, campus de Botucatu, com silagem de grãos úmidos de milho e sorgo e, grãos úmidos de milho e sorgo acidificados estão sendo testados na alimentação de suínos. Pode-se verificar através da variação da temperatura (Figuras 1 e 2) monitorada em silos de tambores com capacidade para 100 e 200 l, que a fermentação natural promoveu elevação da temperatura em função da atividade microbiana. Quando foi adicionado 1,2% de propionato de Ca nos grãos úmidos de milho moído (CO34), antes da ensilagem, não foi suficiente para inibir a fermentação, promovendo apenas discreto aumento no pH e mantendo suas características bromatológicas (Tabela 4). Ao adicionar 2,4% de propionato de Ca aos grãos úmidos de milho moído (C909), antes do processo da ensilagem, verificou-se pelo monitoramento, que a dose foi eficiente para inibir a fermentação com maior pH (4,8) e mantendo suas características bromatológicas (Tabela 4).

Tabela 4. Composição bromatológica, pH e diâmetro geométrico médio (DGM) das partículas de silagem de grãos úmidos de milho e de grãos úmidos de milho acidificados com propionato de Ca (PCa)

Material	Umidade%	PB%	EE%	MM%	FB%	pH	DGM $\mu\text{m}$
Milho CO34 silagem	26,71	9,13	5,63	1,09	2,28	3,8	1.205
Milho CO34 acidificado (Pca 1.2%)	25,96	9,04	5,11	1,68	2,12	4,1	1.285
Milho C909 silagem	27,27	9,11	5,71	0,98	1,61	4,1	1.115
Milho C909 acidificado (Pca 2,4%)	26,36	8,39	4,96	2,08	1,43	4,8	1.153

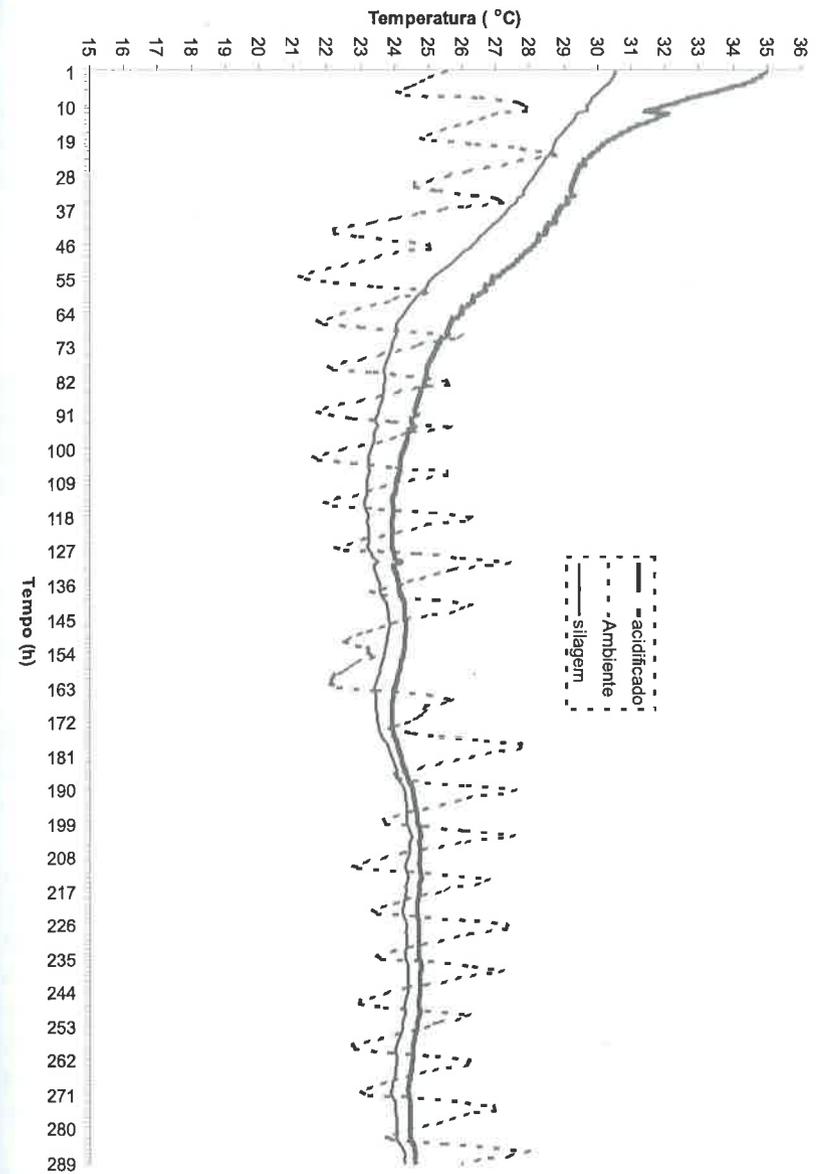


Figura 1. Variação da temperatura do ambiente, da silagem de grãos úmidos de milho (CO34) e da silagem de grãos úmidos de milho acidificada (1,2% bicarbonato de Ca) em função do tempo no período de 09/04 a 03/05/2001.

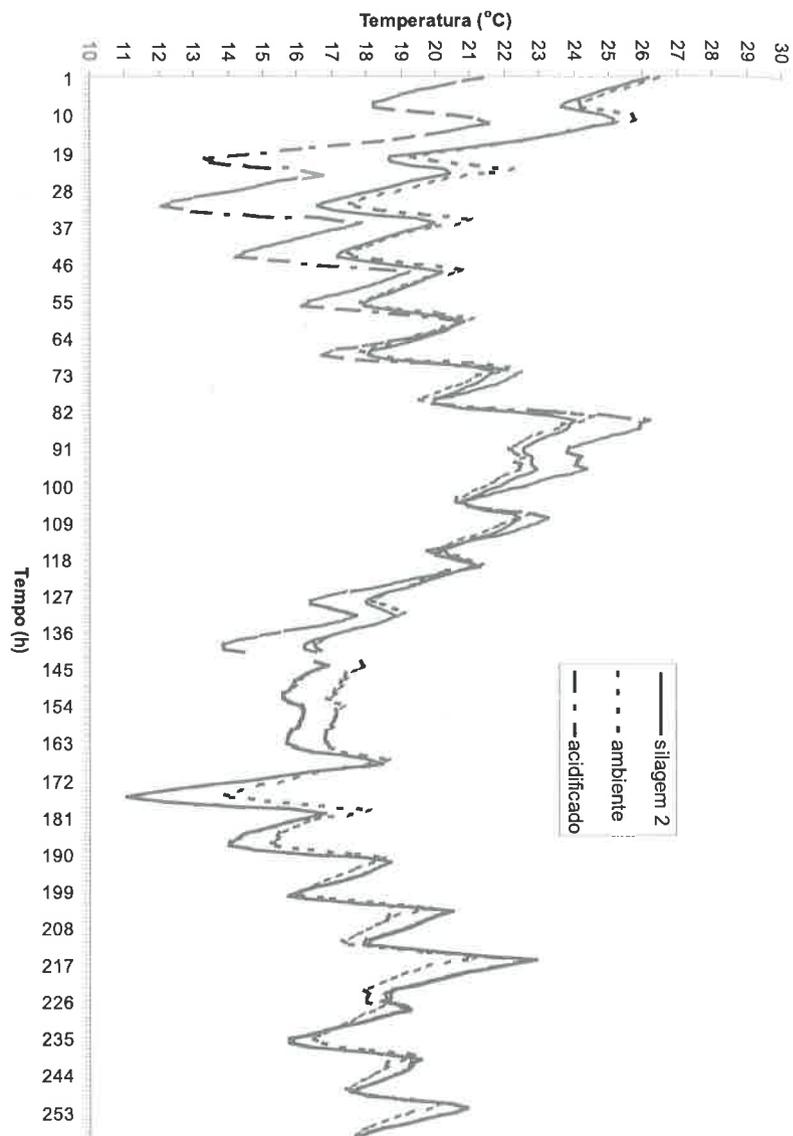


Figura 2. Variação da temperatura do ambiente, da silagem de grãos úmidos de milho (C909) e dos grãos úmidos de milho acidificado (2,4% bicarbonato de Ca) em função do tempo no período de 03/05 a 25/05/2001.

#### 4. Aditivos disponíveis no mercado nacional e estimativa de custos

Na Tabela 5, apresentam-se listados os principais aditivos disponíveis no mercado nacional, com especificações sobre a composição e uso, de acordo com os fabricantes. Quanto ao custo dos aditivos, os valores atuais variam desde R\$ 1,50 até R\$ 2,35 por tonelada de silagem, considerando-se os valores mais baixos para as silagens de milho. No caso específico do propionato de cálcio, o valor é de R\$ 2,83 kg do produto (R\$ 84,90/saco de 30 kg).

Com exceção do propionato de cálcio portanto, os aditivos corresponderiam, em média, a 4% do custo da tonelada de matéria original da silagem de planta inteira de milho, considerando o inoculante comercial a R\$1,80/t de silagem, e o custo da silagem igual a R\$44,40/t MO útil (perdas de 15%); levando-se em conta a utilização dos aditivos comerciais para silagem de gramíneas tropicais (capins), o custo do inoculante foi fixado em R\$2,20/t de silagem, correspondendo a 11% do custo total da tonelada de matéria original útil de silagem inoculada (R\$18,51/t silagem; perdas de 15%). Considerando-se ainda, a silagem de grãos úmidos de milho, o custo corresponde a 2,5% do custo total da tonelada.

#### 5. Considerações finais

O impacto do uso de aditivos e/ou inoculantes comerciais na qualidade e no valor alimentício de silagens tem sido controvertido, em virtude dos diversos fatores biológicos e tecnológicos que podem interferir na sua conservação e subsequente estabilidade aeróbia.

Os resultados do uso de aditivos em silagens de volumosos têm sido mais consistentes em gramíneas forrageiras de clima temperado. Nas silagens de milho e de sorgo, as respostas parecem ser mais efetivas em situações adversas de clima e de manejo da cultura que precedem a ensilagem, como em casos de forte geada ou maturidade excessiva, que podem interferir na população de microflora epífita. Nas demais plantas forrageiras tropicais, tanto as gramíneas quanto as leguminosas, os resultados científicos ainda são inconsistentes, especialmente devido ao pequeno número de trabalhos desenvolvidos com essas espécies.

No Brasil, as pesquisas com aditivos para ensilagem concentraram-se principalmente nos aditivos absorventes, com o objetivo de corrigir o excesso de umidade que as plantas forrageiras apresentam no ponto ideal de corte, principalmente com o capim Elefante, e mais recentemente com os

cultivares de *Panicum maximum*, considerando as dificuldades práticas de mecanização da pré-secagem. No caso das silagens de grãos úmidos, no

Brasil não há informações científicas sobre o uso de aditivos; entretanto, nos Estados Unidos a técnica é amplamente utilizada, tanto para melhoria de parâmetros fermentativos como para estabilidade aeróbia das silagens.

Tabela 4. Aditivos comerciais disponíveis no mercado nacional: composição e indicações\*

Aditivo/empresa	Bactérias	Enzimas	Indicação
Sill-All C4/Alltech	<i>S. faecium</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>L. salivarium</i> , <i>P. acidilactici</i>	Presentes: Celulase e hemicelulase	Silagens de gramíneas e cana-de-açúcar; silagens pre-secadas
Mauze-All/Alltech	<i>S. faecium</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>P. acidilactici</i>	Presentes: Amilases, celulases, hemicelulases	Silagens de milho e sorgo
Silobac/Chr.Hansen	<i>L. plantarum</i> , <i>Pediococcus pentosaceus</i>	Ausente	Todo tipo de silagem
Biomax 5/Chr.Hansen	<i>L. plantarum</i> (novas cepas PA-28 <sup>TM</sup> e K-270 <sup>TM</sup> )	Ausente	Silagem de milho (estabilidade aeróbia)
Pioneer 1174/ Pioneer	<i>S. faecium</i> , <i>L. plantarum</i> ,	Ausente	Silagens de milho, sorgo, capins
Pioneer 1132/ Pioneer	<i>S. faecium</i> , <i>L. plantarum</i>	Ausente	Silagem de planta inteira de milho
Pioneer 1189/ Pioneer	<i>S. faecium</i> , <i>L. plantarum</i>	Ausente	Silagem de grãos úmidos de milho
Aprilis/Lallemand	<i>Lactobacillus</i> sp	Ausente	Todo tipo de silagem
Propiolact/Lallemand	<i>L. plantarum</i> ; <i>Propioni bacterium</i>	Ausente	Todo tipo de silagem (estabilidade aeróbia)
Biomax milho e sorgo/Katec	<i>Lactobacillus</i> sp.	Presente	Silagens de milho e sorgo
Bactosilo C Tropical/Katec	<i>Lactobacillus</i> sp	Presente	Silagens de outras gramíneas
Propionato de Ca	Ácido tamponado	ausente	Silagem de grãos úmidos de milho

\* Todas as informações foram obtidas a partir de folhetos, folders e embalagens dos próprios fabricantes

## 6. Referências bibliográficas

- ANDRADE, S.T.J. de. *Avaliação de inoculantes biológicos na ensilagem de milho, sorgo, capim elefante e alfafa*. Botucatu, 2000. 114 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP.
- BOLSEN, K.K.; BRENT, B. *Manejo de silagem: cinco fatores-chave*. [on line]. 2001. [cited 16.09.2001]. Available from www: <http://www.oznet.ksu.edu>
- BOLSEN, K. K.; LIN, C.; BRENT, B.E. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. *Journal of Dairy Science*, v.75, p.3066-3083. 1992.
- BOLSEN, K.K.; LIN, C.; BRENT, B.E.; FEYERHERM, A.M.; URBAN, J.E.; AIMUTIS, W.R. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. *Journal of Dairy Science*, v.75, p. 3066. 1994.
- BOLSEN, K. K. *Melhorando a Qualidade da Silagem*. Biotecnologia na Produção de Silagem. ALLTECH. Curitiba, PR. 1994. 30p.
- COAN, R.M.; VIEIRA, P.F.; SILVEIRA, R.N.; PEDREIRA, M.S.; REIS, R.A. Efeito do inoculante enzimático-bacteriano sobre a composição química, digestibilidade e qualidade das silagens dos capins Tanzânia e Mombaça. REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba:SBZ, 2001. p. 124-126.
- CORRÊA, L.A.; POTT, E.B. Silagem de capim. In: SIMPOSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 2, 2001, Lavras. *Anais...* Lavras:UFLA, 2001. p.255-272.
- COSTA, C.; ARRIGONI, M. de 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. de B.; SILVEIRA, A.C.; CHARDULO, L.A.L. Silagem de grãos úmidos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7, 1999, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba:FEALQ, 1999. p.69-87.
- DEMARCHI, J. J. A. A. Uso de inoculantes bacterianos para a produção de silagens. <http://www.milkpoint.com.br>. 2000a.
- DEMARCHI, J. J. A. A. Novo inoculante pode reduzir perdas por fungos e leveduras e pode ser opção econômica. <http://www.milkpoint.com.br>. 2000b.
- DAWSON, T.E.; RUST, S.R.; YOKOYAMA, M.T. Improved fermentation and aerobic stability of ensiled, high moisture corn with the use of Propioni bacterium acidi propionici. *Journal of Dairy Science*, v.81, n.4, p.1015-1021. 1998.
- EL HAG, M. G.; VETTER, R.L.; KENEALY, M. D. Effects of silage additives on fermentation characteristics of corn silage and performance of feedlot heifers. *Journal of Dairy Science*, v.65 n.2, p 259-66. 1982.
- ELY, L.O.; SUDWEEKS, E.M.; MOON, N.J. Inoculation with *Lactobacillus*

- plantarum of alfalfa, corn, sorghum, wheat silages. *Journal of Dairy Science*, v.64, n.12, p 2378-87. 1981.
- EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A. *Silagens: do cultivo ao silo*. Lavras: Ed. UFLA. 2000. 196 p.
- FARIA, V.P. Técnicas para produção de silagem. *A raça Jersey*. São Paulo. p.47-52, setembro, 1993.
- FISHER, L.J.; PENNELS, G.C.L.; SHELFORD, J.A. The effect of the additive "silogen" on the intake and digestibility of grass silage. *Canadian J. of Animal Science*, v.64, n.3, p. 709-715. 1984.
- GORDON, F. J. An evaluation through lactating cattle of a bacterial inoculant as an additive for grass silage. *Grass and Forage Sci.*, v. 44, n.2, p. 169-179. 1989a.
- GORDON, F. J. A further study on the evaluation through lactating cattle of a bacterial inoculant as an additive for grass silage. *Grass and Forage Sci.*, v. 44, n.3, p. 353-7. 1989b.
- HAIGH, P.M.; CHAPPLE, D.G. The effect of formic acid with formalin addition and wilting on silage fermentation and intake, and on liveweight change of young cattle. *Journal of Agricultural Engng. Research*, v.69, n.2, p. 179-183. 1998.
- HARRISON, J.H.; BLAUWIEKEL, P. Fermentation and utilization of grass silage. *Journal of Dairy Science*, v.77, n.10, p.3209-3235. 1994.
- HATTORI, I.; KUMAI, S.; FUKUMI, R.; RAYORBOR, T. The effect of some additives on aerobic deterioration of corn silage. *Animal Science Technological*, v.65, p.547-550. 1993.
- HENDERSON, A. R. & McDONALD, P. The effect of cellulase preparations on the chemical changes during the ensilage of grass in laboratory silos. *J. Sci. Food Agric.*, v.28, n.6, p.486-90. 1977.
- HENDERSON, N. Silage Additives. *Animal Feed Science and Technology*, v.45, p35-36. 1993.
- HENRIQUE, W. Efeito do uso de aditivos enzimo-bacterianos sobre a qualidade da silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, SCHUM). Piracicaba, 1990, 100p. Dissertação. (Mestrado em Agronomia) – ESALQ – Universidade de São Paulo.
- HERON, S.J.E.; EDWARDS, R.A.; McDONALD, P. Changes in nitrogenous components of gamma-irradiated and inoculated ensiled ryegrass. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.37, n.10, p. 979-985. 1986.
- HILL, G.M. & HUTLEY, P.D. 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.
- HOFFMAN, P. & MUCK, R.E. Adding enzymes to silage. *Focus on forage* [on line]. 2001. v.2, n.2 [cited 16.09.2001]. Available from www: <http://www.uwex.edu/crops>
- HOFFMANN, P. & POSSIN, I. Adding organic acids to high moisture corn. *Focus on forage* [on line]. 2001. v.2, n.1 [cited 16.09.2001]. Available from www: <http://www.uwex.edu/crops>
- JANSSEN, H. P. & GIARDINI, W. V. *Guia Técnico nº1: Silagem pré-secada*. Castro: Batavo - Coop. Central de Laticínios do Paraná Ltda, 1995. 76p.
- 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.: Wilson R. Soares de Mattos et al. Piracicaba: FEALQ, 2001. p.912-927.
- JOBIM, C.C.; REIS, R.A.; SCHOKEN-ITORRINO, R.P.; ROSA, B. Desenvolvimento de microrganismos durante a utilização de silagens de grãos úmidos de milho sem brásteas. *Acta Scientiarum*, v.21, n.3, p.671-676. 1999.
- KAUTZ, W.P. & S. SODERLUND. *Inoculantes de Silagem e Feno nos Estados Unidos*. Pioneer Hi-Bred International, Inc., 1991, 10p.
- KRAMER, J. & VOORSLUYS, J.L. Silagem de milho úmido, uma opção para gado leiteiro. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4, 1991, Piracicaba. *Anais...Piracicaba:FEALQ*, 1991. p.257-261.
- KUNG, Jr, L.; CHEN, J.H.; KRECK, E.M.; KNUTSEN, K. Effect of microbial inoculants on the nutritive value of corn silage for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.76, n.12, p.3763-3770. 1993.
- LAVEZZO, W. Ensilagem de capim elefante. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 10, 1992, Piracicaba. *Anais...Piracicaba:FEALQ*, 1993. p.169-275.
- LAVEZZO, W. Silagem de capim elefante. *Informe Agropecuário*, v.11, n.132, p.50-57. 1985.
- LOPES, A.B.R.C. *Silagem de grãos úmidos de milho em rações de suínos nas fases inicial, de crescimento e de terminação*. Botucatu, 2000, 46 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP.
- LOPES, A.B.R.C.; BERTO, D.A.; COSTA, C.; MUNIZ, M.H.B.; PADOVANI, C.R. Silagem de grãos úmidos de milho para suínos na fase final. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre. *Anais...Porto Alegre: SBZ*, 1999a. CD Rom.
- LOPES, A.B.R.C.; BERTO, D.A.; COSTA, C.; MUNIZ, M.H.B.; PADOVANI, C.R. Silagem de grãos úmidos de milho para suínos na fase de crescimento e terminação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre. *Anais...Porto Alegre: SBZ*, 1999b. CD Rom.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. *The biochemistry of silage*. Edinburgh: J. Wiley & Sons Ltda., 1991. 226 p.
- MERRY, R.J.; MACKENNA, C.; JONES, R. Biological silage additives. *Ciencia e Investigacion Agraria*, v.20, n. 2, p. 372-401. 1993.

- MONTEIRO, A.L.G. Uso de aditivos na ensilagem de alfafa. *Unimar Ciências*, v.5, n.2, p.51-56. 1996.
- MORAIS, J.P.G. de. *Avaliação do efeito de inoculante bacteriano sobre a qualidade de silagem e desempenho animal*. Piracicaba, 1995. 77p. Dissertação. (Mestrado em Agronomia) – ESALQ – Universidade de São Paulo.
- MUCK, R.E. Factors influencing silage quality and their implications for management. *Journal of Dairy Science*, v. 71, p. 2992-3002. 1988.
- MUCK, R.E. Inoculants for corn silage. *Focus on forage* [on line]. 2001. v.2, n.2 [cited 16.09.2001]. Available from www: <http://www.uwex.edu/crops>
- MUCK, R.E. Initial bacterial numbers on lucerne prior to ensiling. *Grass and Forage Sci.*, v.44, n.1, p. 19-25. 1989.
- MUCK, R.E. Silage inoculation: inoculation of silage and its effects on silage quality. In: CONFERENCE WITH DAIRY AND FORAGE INDUSTRIES. *Proceedings...*Madison, U.S., 1996. p.43-51.
- MUCK, R.E. The role of silage additives in making high quality silage. In: Silage production from seed to animal. *Proceedings...*New York:NRAES, 67, p. 106-116, 1993.
- MUCK, R.E. & SHINNERS, K.J. Conserved forage (silage and hay): Progress and priorities. International Grassland Congress, 19, 2001, São Pedro. *Anais...*São Pedro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. Cdrom.
- NUSSIO, L. G. Qualidade total: a nova referência das silagens. *Revista Balde Branco*, n.403, p.22-28. 1998.
- PATTERSON, D.C.; YAN, T. GORDON, F.J.; KILPATRICK, D.J. Effects of bacterial inoculation of unwilted and wilted grass silages.2.intake, performance and eating behaviour by dairy cattle. *Journal of Agricultural Science*, v.131, n.1, p. 113-119. 1998.
- PEDROSO, A. de F. Silagem: princípios básicos, produção e manejo. In: Curso sobre produção e manejo de silagem, 1998, São Carlos. *Anais...*São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 1998. p.11-40.
- 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.
- PITT, R.E.; LIU, Y.; MUCK, R.E. Simulation of the effect of aditives on aerobic stability of alfalfa and corn silages. *Transactions of the ASAE*, v.34, n.4, p. 1633-1641. 1991.
- PITT, R.E. & MUCK, R.E. Enumeration of lactic acid bacteria on harvested alfalfa at long and short wilting times. *Transactions of the ASAE*, v.38, p.1633-1639. 1995.
- REIS, R.A.& MOREIRA, A.L. Conservação de forragem como estratégia para otimizar o manejo das pastagens. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 11, 2000, Goiânia. *Anais...*Goiânia: ZOOTEC, 2001, p. 194-213.
- RODRIGUES, P.H.M.; ANDRADE, S.J.T.; ALMEIDA, L.F.S; MEYER, P.M.; LIMA, F.R. de; LUCCI, C. de S. Valor nutritivo de silagens inoculadas com bactérias ácido-láticas.4. Inoculação da silagem de alfafa. REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba:SBZ, 2001a. p. 916-917.
- RODRIGUES, P.H.M.; ANDRADE, S.J.T.; RUZANTE, J.M.; LIMA, F.R. de; MELOTTI, L. Valor nutritivo de silagens inoculadas com bactérias ácido-láticas.1. Inoculação da silagem de milho. REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba:SBZ, 2001b. p. 920-921.
- RODRIGUES, P.H.M.; SENATORE, A. L.; LUCCI, C. de S.; ANDRADE, S.J.T.; LIMA, F.R. de; MELOTTI, L. Valor nutritivo de silagens inoculadas com bactérias ácido-láticas.2. Inoculação da silagem de sorgo. REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba:SBZ, 2001d. p.918-919.
- ROONEY, L.W. & PFLUGFELDER, R.L.R. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. *Journal of Animal Science*, v.63, n. 5, p. 1607-1623, 1986.
- SEBASTIAN, S.; PHILLIP, L.E.; FELLNER, V.; JOZIAK, E.S. Comparative assesment of bacterial inoculation and propionic acid treatment on aerobic stability and microbial populations of ensiled high-moisture ear corn. *Journal of Animal Science*, v.74, n.2, p.447-456. 1996.
- SHAVER, R.D. Colheita e armazenamento de milho para a produção de silagem de alta qualidade para vacas leiteiras. In: NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 4, 2000, Passos. *Anais...* Passos: 2000. p.63-66.
- SILVA, A.V.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.de C.; GARCIA, R.; CECON, P.R.; CAVALCANTE, A.C.R. Consumo e desempenho de bovinos Holandês x Zebu recebendo dietas à base de silagens de milho e sorgo com e sem inoculante bacteriano. REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba:SBZ, 2001a. p.1020-1021.
- SILVA, A.V.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.de C.; GARCIA, R.; FERREIRA, C.L.L.F. Consumo e digestibilidade aparentes total e parcial de nutrientes, em bovinos recebendo rações contendo silagens de milho e sorgo com e sem inoculante bacteriano. REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba:SBZ, 2001b. p.1006-1007.
- SILVEIRA, A. C. Produção e utilização de silagens. In: SEMANA DE ZOOTECNIA, 12, 1988, Pirassununga. *Anais...*Campinas: Fundação Cargill, 1988.p.119-134.
- TONROY, B.R.; PERRY, T.W.; BEESON, W.M. Dry, ensiled high-moisture, ensiled reconstituted high-moisture and volatile fatty acid treated high moisture corn

- for growing-finish beef cattle. *Journal of Animal Science*, v.39, n.5, p.931-936, 1974.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. Ithaca: University Press, 1982. 373 p.
- VAN VUUREN, A. M.; BERGSMA, K.; FROL-KRAMER, F.; BEERS, J. A. C. Effects of addition of cell wall degrading enzymes on the chemical composition and the in sacco degradation of grass silage. *Grass and Forage Sci.*, v.44, n.2, p. 223-30. 1989.
- VIEIRA, F.A.P.; VALLE, C.A. do; BORGES, I; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; RODRIGUEZ, N.M.; SALIBA, E.ªS.; BORGES, A.L.C.C.; FERREIRA, M.I.C. Qualidade de silagens de sorgo com aditivos. 2. Teores de carboidratos solúveis e ácidos orgânicos. REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba:SBZ, 2001. p.129-131.
- VILELA, D. Aditivos para silagens de plantas de clima tropical. SIMPOSIO SOBRE O USO DE ADITIVOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES E NÃO RUMINANTES, 1998, Botucatu. *Anais...* Botucatu: SBZ, 1998. p.73-108
- VILELA, H. *Silagem de gramínea (capim) tropical*. (on line). Setembro, 2001b. Available from [www: www.matsuda.com.br/apsilage.html](http://www.matsuda.com.br/apsilage.html). 22p.
- WEISS, B. & UNDERWOOD, J. *Silage additives*. [on line]. Ohio State University, 2001. [cited 16.09.2001]. Available from [www: <http://ohioline.osu.edu/agf>](http://ohioline.osu.edu/agf)
- WILKINSON, J.M. Additives for ensiled temperate forage crops. SIMPOSIO SOBRE O USO DE ADITIVOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES E NÃO RUMINANTES, 1998, Botucatu. *Anais...* Botucatu: SBZ, 1998. p.53-72.
- WILKINSON, J.M. Valor alimentício de los forrageras ensiladas de clima tropical y templado. *Revista Mundial de Zootecnia*, n.46, p.35-40. 1983.
- WHITLOW, L. Micotoxinas em silagens. *Feeding Times*, v.5, n.1, p.26, 2000.
- WOOLFORD, M.K. *The silage fermentation*. New York: Marcel Dekker Inc., 1984. 280p.
- YAN, T.; PATTERSON, D.C.; GORDON, F.J.; KILPATRICK, D.J. Effects of bacterial inoculation of unwilted and wilted grass silages. 2. Intake, performance and eating behaviour by dairy cattle. *Journal of Agricultural Science*, v.131, n.1, p. 103-113. 1998.
- YU, Y.; THOMAS, J. W.; EMERY, R.S. Estimated nutritive value of treated forages for ruminants. *Journal. of Animal Science*, v.41, n.6, p.1742-51.1975.

## IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE DA PORÇÃO VEGETATIVA NO VALOR ALIMENTÍCIO DA SILAGEM DE MILHO

Luiz Gustavo Nussio<sup>1</sup>  
Fábio Prudêncio de Campos<sup>2</sup>  
Francisco Nogueira Dias<sup>3</sup>

### 1. Introdução

Tradicionalmente o material mais utilizado para ensilagem é a planta de milho, devido sua composição bromatológica preencher os requisitos para confecção de uma boa silagem como: teor de matéria seca (MS) entre 30% a 35%, e no mínimo de 3% de carboidratos solúveis na matéria original, baixo poder tampão e por proporcionar uma boa fermentação microbiana.

Apesar da silagem de milho ser suficientemente conhecida, ainda convive-se com conceitos distorcidos que são aplicados na escolha dos cultivares, aos tratos culturais, e durante a ensilagem, onde a qualidade do produto final não é priorizada.

Avaliando a influência da fração fibrosa da planta, nos diferentes cultivares de milho, na produção de matéria seca por hectare e na digestibilidade *in situ* das diferentes frações da planta NUSSIO (1997), constatou que a escolha de híbridos, para produção de silagem, baseada principalmente na produção de matéria seca deve ser revista, em virtude da diversidade do potencial de produção dos materiais disponíveis e da grande dispersão entre variáveis agrônomicas e qualitativas. Em virtude disso, cresce a importância das informações sobre a origem genotípica dos híbridos bem como a qualidade dos materiais a serem ensilados. A análise histórica sugere aos programas de melhoramento de plantas a preocupação com o valor nutritivo proveniente das porções vegetativa e espiga. Os efeitos de tipos de lignina e formas de ligações entre os componentes da parede celular sobre as taxas e percentagem de degradabilidade da fração fibrosa da planta,

<sup>1</sup> Professor do Departamento de Produção Animal – USP/ESALQ – Piracicaba - SP  
<sup>2</sup> Bolsista de Pós-Doutorado pela FAPESP no Departamento de Produção Animal – USP/ESALQ  
<sup>3</sup> Pós-graduando do Departamento de Produção Animal – USP/ESALQ

bem como a degradabilidade potencial da fração amido da espiga, a produção de grãos e percentagem de grãos na MS, faz parte dos objetivos de programas de pesquisa com milho para silagem em instituições internacionais. A revisão apresentada sugere alguns aspectos relacionados à contribuição de hastes e folhas no valor alimentício de plantas de milho para a ensilagem e ressalta a necessidade de aferição das etapas inerentes ao processo de confecção da silagem.

## 2. Contribuição das porções vegetativas e de grãos na planta

Na produção de silagem de milho ou de sorgo de boa qualidade deve-se considerar não somente o percentual de grãos na massa ensilada, mas também os demais componentes da planta como um todo. Objetiva-se com isso a obtenção de produtos finais de qualidade o que propiciará melhor resposta animal nos diversos sistemas de produção, quer seja de leite ou de carne, bem como sua viabilidade econômica (RENTERO, 1998). Nesse contexto, NUSSIO e MANZANO (1999) sugerem que em programas de seleção de cultivares de milho para a produção de silagem, os modelos de previsão de qualidade da silagem devem ser estabelecidos com base em dois fatores: percentagem de grãos na massa ensilada (% na MS) e valor nutritivo da porção haste+folhas (% da digestibilidade verdadeira *in vitro* da MS). De acordo com esses autores as estimativas de produção de leite por toneladas de silagem e por hectare podem auxiliar na escolha de cultivares de milho para a produção de silagem. Entretanto, a literatura apresenta divergência, como por exemplo ALLEN et al. (1997) consideraram que produção de grãos não seria um bom critério para a seleção de cultivares de milho para silagem, devido esse componente não estar relacionado à qualidade da fração fibrosa e produção de forragem. SILVA et al. (1997) observaram que quanto maior a proporção de espigas na MS da planta menor foi a concentração de carboidratos não estruturais (CNE) na porção haste+folhas da planta de milho, e menor digestibilidade ruminal dessa fração. Porém quando avaliaram a digestibilidade da planta inteira constataram que a proporção de espigas na MS pouco afetou os resultados obtidos. Nesse experimento, a alta variabilidade encontrada quanto a degradabilidade da porção haste+folhas dos cultivares de milho ensilados, possibilitou selecionar esses materiais em função da produção total de MS,

dos teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e da qualidade da fibra do material, melhor avaliada pelos teores de hemicelulose na FDN. PENATI (1995) observou que os componentes da parede celular são os fatores que mais interferem na qualidade da MS da planta de milho, sendo a percentagem de lignina na MS o componente mais representativo. A percentagem de lignina da haste variou entre 6% a 12% e apresentou correlação baixa e negativa com a digestibilidade *in vitro* verdadeira da MS das hastes. Esses resultados sugerem que a composição químico-bromatológica e a disposição tridimensional da lignina ligada aos demais componentes da parede celular explicam melhor a qualidade da haste e/ou da planta do que propriamente a percentagem da lignina na haste.

Em parceria com o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) o Departamento de Produção Animal da USP/ESALQ vem desenvolvendo anualmente uma série de avaliações agronômicas e bromatológicas, incluindo ensaios de digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica de cultivares de planta de milho. O principal objetivo desses estudos está em verificar as tendências de produção e valor nutritivo dos diferentes cultivares de milho existente no mercado nacional.

As coletas têm sido realizadas em quatro locais distintos no estado de São Paulo (Piracicaba, Mococa, Votuporanga e Tarumã). Os resultados obtidos nas avaliações agronômicas, bromatológicas e digestibilidade da haste e da planta toda estão presentes na Tabela 1. As avaliações foram realizadas com diversos cultivares nos anos agrícolas de 1998/1999, 1999/2000 e 2000/2001, cujos resultados mostram o efeito regional da produção de matéria seca (PMS), produção de matéria seca digestível (PMSD), percentagem de grãos e hastes, matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica da planta e da haste. Realizaram-se, também, estudos de regressão e correlação das percentagens de grãos com o resultados de digestibilidade da matéria orgânica da haste e da planta toda (Figuras 1, 2 e 3).

A proporção média de participação de grãos na planta toda, no ano agrícola de 1998/1999 mostrou-se superior aos anos 1999/2000 e 2000/2001. Porém, a percentagem de MS da haste avaliada no ano agrícola de 1998/1999 foi relativamente inferior aos anos subsequentes (22,8% contra 25,5% e 26,4%). Constatou-se que nesse ano a proporção de grãos não

interferiu na digestibilidade da matéria orgânica da haste e nem da planta, mostrando assim um baixo coeficiente de regressão e de correlação (Figura 1). Porém, o diferencial entre a digestibilidade da matéria orgânica da planta e da haste foi de 15,4 unidades percentuais (Tabela 1) para esse ano, para os demais anos subsequentes a variação percentual foi de 11,2 e 16,3 unidades percentuais, respectivamente. Fato que mostra que o diferencial entre a digestibilidade da matéria orgânica da planta e da haste estaria ligado as contribuições dos demais componentes não estruturais da planta toda (como proteína bruta, extrato etéreo, carboidratos solúveis e amido).

Tabela 1 Valores médios dos parâmetros agrônômicos e bromatológicos de cultivares de milho para silagem em diferentes locais nos anos agrícolas

Ano/Base	Grãos		Haste		MS		PB		DVIVMO		PMSD
	planta	Planta	PMS	planta	planta	planta	planta	haste	planta	haste	
	%		t/ha	%		%		%		t/ha	
<b>1998/1999</b>											
Votuporanga	46,5	21,0	17,9	29,6	6,6	66,6	52,8				11,9
Piracicaba	45,0	22,5	16,3	40,6	7,5	64,7	50,7				10,6
Tarumã	40,6	25,0	16,2	46,0	8,2	66,3	48,1				10,5
Média	44,0	22,8	16,8	38,7	7,4	65,9	50,5				11,0
Dp.	3,1	2,0	0,95	8,4	0,80	1,0	2,4				0,78
CV %	7,0	8,8	5,7	21,6	10,8	1,6	4,7				7,1
<b>1999/2000</b>											
Votuporanga	37,0	22,0	20,6	40,6	7,7	60,4	49,6				12,4
Piracicaba	40,0	21,0	17,8	33,2	8,1	56,2	42,3				8,3
Mococa	30,0	26,0	16,1	39,0	4,5	61,7	49,8				9,9
Tarumã	25,0	33,0	21,2	36,6	5,3	55,1	-				-
Média	33,0	25,5	18,9	37,4	6,4	58,4	47,2				10,2
Dp.	6,8	5,4	2,4	3,2	1,8	3,2	4,3				2,1
CV %	20,6	21,4	12,7	8,6	27,7	5,5	9,0				20,3
<b>2000/2001</b>											
Votuporanga	32,4	24,3	21,2	33,6	5,4	55,6	37,4				11,8
Piracicaba	-	25,7	20,6	44,5	4,5	51,8	-				9,4
Mococa	39,2	32,3	21,5	43,5	6,4	70,9	50,6				15,4
Tarumã	35,5	23,2	17,8	34,0	7,2	60,5	42,1				10,8
Média	35,2	26,4	20,3	38,9	5,9	59,7	43,4				11,9
Dp.	2,7	4,1	1,7	5,9	1,2	8,3	6,7				2,6
CV %	7,6	15,5	8,3	15,2	20,0	13,9	15,4				21,6

PMS – produção de matéria seca PMSDIG – produção de matéria seca digestível, DVIVMO – digestibilidade *in vitro* verdadeira da matéria orgânica

Fonte: ESALQ/IAC

A análise dos resultados médios, nos anos agrícolas apresentados, demonstra que em média a proporção de haste na planta atingiu 24,9% da

MS, contendo digestibilidade de 47,03%, ou seja, uma contribuição estimada em 11,7 unidades percentuais na digestibilidade média total da MO, que foi de 61,3%. A proporção média de grãos de 37,4% na MS poderá contribuir com cerca de 30 unidades percentuais de digestibilidade ao se considerar valores de aproximadamente 80% de digestibilidade dessa fração. Assim, a participação das frações grãos e haste prevê contribuição de 41 unidades percentuais da digestibilidade, que representa cerca de 67% do potencial de digestibilidade média total da planta, e portanto o motivo da inclusão dessas frações no modelo de estimativa de qualidade da planta. Ao observar as Tabelas 8 e 9 no trabalho de CAETANO (2001) constata-se tendência similar, onde as frações colmo, folha, e palhas e sabugo contribuem em média com 28,1; 13,7; 16,7 e 10,7% na MS da planta toda, totalizando cerca de 70% do total de MS da planta. Essas frações mencionadas determinam em conjunto o compromisso de 39 unidades percentuais de digestibilidade na planta toda, representando cerca de 65% da digestibilidade potencial da planta.

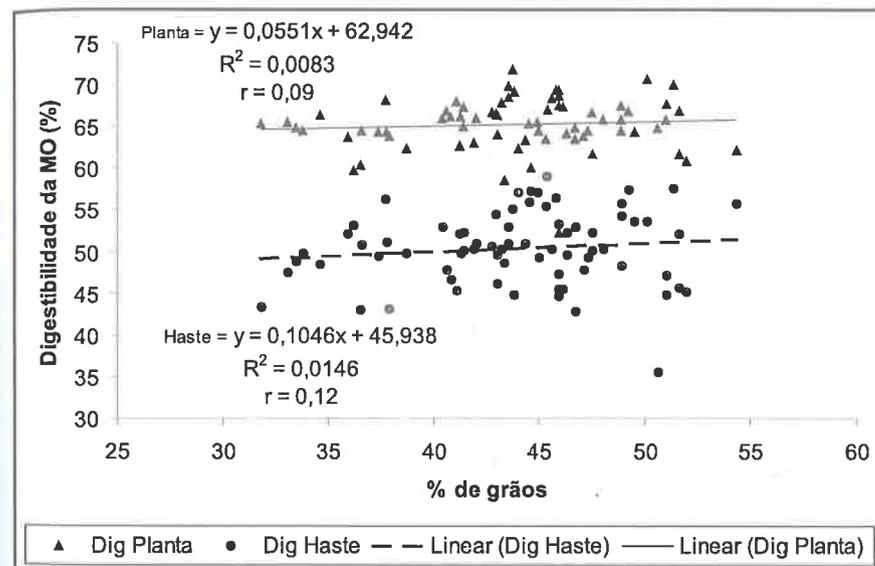


Figura 1 – Estimativa da regressão linear entre a porcentagem de grãos e a digestibilidade da matéria orgânica (MO) da planta toda e das hastes de milho de diversos cultivares, no ano agrícola de 1998/1999.

A análise das figuras 1, 2 e 3 traduz a representação matemática que visa o estabelecimento de uma relação funcional entre a proporção de grãos existente na planta e a digestibilidade da MO da planta e da haste. Entretanto, nos anos agrícolas estudados, as correlações obtidas não permitem a identificação de relação funcional significativa entre as variáveis, revelando que a digestibilidade da planta e da haste não dependem exclusivamente da proporção de grãos presentes na planta, além do acentuado efeito do ano agrícola.

Apesar disso, a proporção de grãos tem sido reconhecido como critério adequado para auxiliar na escolha de materiais para silagem, por estar correlacionada com o potencial de produção de grãos e MS total pela planta (NUSSIO e MANZANO, 1999).

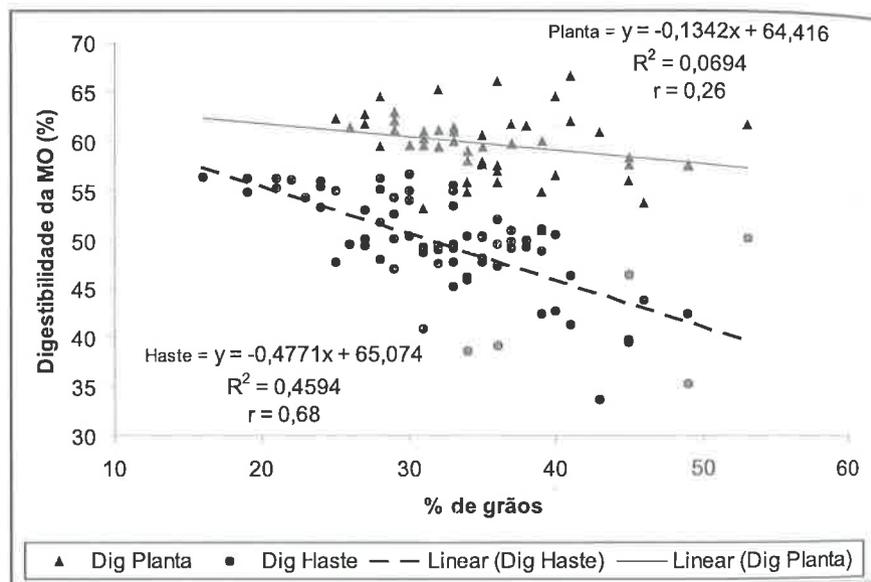


Figura 2 – Estimativa da regressão linear entre a porcentagem de grãos e a digestibilidade da matéria orgânica (MO) da planta toda e das hastes de milho de diversos cultivares, no ano agrícola de 1999/2000.

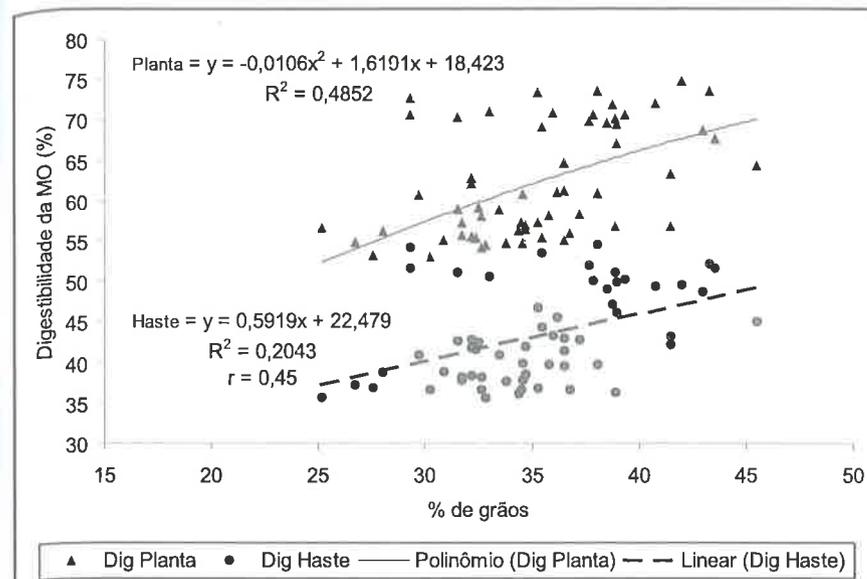


Figura 3 – Estimativa da regressão linear entre a porcentagem de grãos e a digestibilidade da matéria orgânica (MO) da planta toda e das hastes de milho de diversos cultivares, no ano agrícola de 2000/2001.

### 3. Estádio de maturidade para colheita

O estágio de desenvolvimento em que a planta de milho é colhida, além do cultivar utilizado, afeta a porcentagem de MS e de grãos na silagem de milho. Muitos autores recomendam que a planta de milho deva ser colhida nos intervalos de 30 a 35% de MS para confecção de silagens. Teores de MS abaixo de 30% estariam relacionados com menor produção de MS, perdas de matéria seca por lixiviação, baixa qualidade da silagem e redução no consumo por animais (LAUER, 1996a).

NUSSIO e MANZANO (1999) relataram que os teores de 30 a 35% são obtidos nas plantas de milho no momento em que a consistência dos grãos estiver variando entre o estágio pastoso e o farináceo duro, o que corresponde à visualização da linha de leite entre 1/3 e 2/3. LAUER (1999) sugeriu que o teor de MS da planta deva ser o critério utilizado para confirmação do ponto ótimo da colheita de planta de milho para a ensilagem, sendo a evolução da linha de leite no grão o principal fator indicador do

momento de se iniciar as determinações dos teores de MS da planta inteira.

Avaliando o efeito do estágio de desenvolvimento do milho sobre a produção, a composição da planta e a qualidade da silagem, LAVEZZO et al. (1997a) concluíram que para a ensilagem da planta de milho há razoável flexibilidade quanto à escolha do momento de corte, fato observado pela manutenção da composição bromatológica do material, e das silagens obtidas quando as plantas de milho foram cortadas com teores de MS variando de 23,5% (grãos no estágio leitoso) até 30,7% (grãos no estágio semiduro). Notou-se, também, que apesar de ter ocorrido aumento no teor de MS e na proporção de espigas na MS da planta com o avançar do estágio de desenvolvimento, o único aspecto restritivo foi constatado pela menor produção de MS por área ocorrida quando a colheita foi realizada nos estágio mais precoce de desenvolvimento.

LAUER (1996b) apresentou resultados de pesquisa que mostram aumento da produção de MS de silagem e de leite por área à medida que se avança o estágio de desenvolvimento das plantas de milho, o que também determina a elevação dos teores de MS da planta inteira. Assim, a produção de MS de forragem por área é um fator importante a ser considerado, devido estar relacionado com a produtividade animal nos diferentes sistemas de produção.

Normalmente, a elevação do teor de MS está associada ao aumento do consumo voluntário de MS da silagem de milho e/ou da produção de leite, sendo os melhores resultados obtidos para silagens com teores de MS entre 30 e 35% (BAL et al., 1997). Nesse sentido, CAETANO (2001) mencionou que o ponto de colheita das plantas de milho para confecção de silagem é um fator importante na tomada de decisão, pois esse afeta diretamente a produção de forragem por área, a qualidade e o consumo de silagem obtida, determinando os níveis de produtividade a serem alcançados e conseqüentemente os resultados econômicos em determinado sistema de produção animal. O alto valor nutritivo da planta de milho caracterizado pela elevada digestibilidade ou densidade energética determinam a excelência dessa planta e, em geral, esse é o atributo que a qualifica a serem eleitas nos sistemas de produção animal. Nesses casos, a decisão pelo momento de colheita deve considerar que a planta deveria ser colhida em um estágio fisiológico no qual o teor de FDN estivesse diluído pelo progressivo aumento no teor de amido decorrente do enchimento do grão. O enchimento do grão e a perda de digestibilidade dos componentes da

haste são eventos concomitantes, e assim historicamente observou-se mínima variação na digestibilidade da matéria seca com o aumento no teor de MS na planta, desde o estágio de grãos leitosos até o de grãos duros (Tabela 5). Assim, a recomendação do momento ideal para colheita sempre sugeriu estágio fisiológico mais avançado, onde fosse possível conciliar maior acúmulo líquido de biomassa, tanto de grãos como da planta toda (Tabelas 2 e 3); houvesse maior porcentagem de grãos/espigas (Tabelas 2, 3 e 4) sugerindo maior diluição da porção FDN por amido, mantendo o NDT inalterado; maior teor de MS (Tabelas 2, 3 e 4) favorecendo o processo fermentativo e maior consumo potencial pelos animais (Tabela 3).

Tabela 2 Potencial de produção e % de umidade da planta conforme estágio de maturação

Maturidade	Potencial de produção		% de umidade	
	Grãos	Planta	Grãos	Planta
Florescimento	0	55		85
Formação grão	10	60	85	80
Leitoso	50	75	60	75
Dente	75	85	50	70
½ linha de leite	95	100	40	65
Duro	100	100	25	55

Fonte: MAHANNA (1996)

Ao observar a Tabela 2 constata-se que, se o início da colheita ocorrer no estágio dente, 75% dos grãos e 85% do potencial de produção de MS da planta seriam efetivados, e se estendendo a colheita até ½ linha de leite, 95% da produção potencial dos grãos e a totalidade da MS da planta estariam concluídas. Essa evolução acompanha a elevação do teor médio de MS na planta (30-35%) e na fração de grãos (50-60%).

Tabela 3 Produtividade e potencial de produção de plantas de milho em diferentes estágios de maturação

Textura do grão	Produção de forragem				Consumo
	% MS	MS (t/ha)	MO (t/ha)	% espigas	(% farináceo-duro)
Leitoso	21	9,3	43,8	30,1	74
Pastoso	25	9,3	37,5	39,6	89
Farináceo	26	9,8	37,0	41,0	90
Farináceo-duro	25	10,8	30,8	56,8	100
Duro	38	9,5	25,0	56,0	98

Fonte: McCULLOUGH (1970)

Tabela 4 Características morfológicas e bromatológicas de plantas de milho em diferentes estádios de maturação

Maturidade	MS %	% espigas na MS	NDT (%MS)
Duro	54,4	64,9	61
Duro-vítreo	46,8	62,1	70
Farináceo	31,9	58,3	67
Farináceo-duro	37,5	65,4	68
Leitoso-farináceo	26,1	42,8	69
Pré-leitoso	22,4	25,1	70

Fonte: BLASER (1969)

Tabela 5 Qualidade (DIVMS) da planta de milho e de suas frações de acordo com o estágio de maturação

% MS colheita	DIVMS (%)				
	planta toda	haste e folhas	brácteas	sabugo	grãos
24,0	71,2	61,8	74,0	57,3	86,6
27,9	70,7	59,4	70,1	55,9	83,9
33,2	70,0	57,0	67,4	54,5	83,4
39,6	70,4	54,2	66	49,9	84,6

Fonte: DAYNARD & HUNTER (1975)

A importância da participação dos grãos como o principal fator responsável pela qualidade da silagem de milho foi questionado por HUNTER (1978) que constatou a existência de uma variação genotípica para qualidade da planta, expressa pelo consumo de MS e pela digestibilidade da forragem. Esses valores foram independentes da proporção de grãos na MS da planta, o que se deduz que a porção forrageira deva contribuir significativamente com qualidade. Em ensaios de digestibilidade com ovinos, LAVEZZO et al. (1997b) verificaram que os coeficientes de digestibilidade, geralmente, variam pouco com a maturidade do milho (grãos no estágio leitoso, pamonha, farináceo ou semiduro), sendo que os melhores resultados foram observados quando os grãos se encontravam em estágio leitoso ou farináceo. Entretanto, notaram que outros componentes, como haste e folhas, variaram com a maturidade da planta e interferiram na digestibilidade da matéria seca da silagem de milho.

#### 4. Origem genética do cultivar

Dois grupos genéticos de cultivares de milho predominam: a Dent (*Zea mays* ssp. *Indentata*) e a Flint (*Zea mays* ssp. *Indentura*). O grupo genético Dent é caracterizado pela presença de endosperma vítreo nas laterais do grão, e o centro do grão que se estende à coroa apresenta textura farinosa. Ao desidratar, a parte central do grão se endurece para formar uma distinta conformação dentada. O milho Flint tem endosperma vítreo com pequena proporção de endosperma farinoso, apresenta núcleo arredondado e não

Tabela 6 Influência da preparação da amostra, do genótipo e do método conservação sobre a taxa e a extensão de degradação ruminal *in situ* da matéria seca (MS) do grão de milho

Preparação, genótipo e conservação	Fração Não Degradável	Características da Degradação			Degradabilidade Efetiva <sup>1</sup>
		A	B	C	
		(%)	(h)	(%)	
<b>Milho prensado</b>					
<i>Dent</i>					
Não ensilado	0,7	25,5	73,8	0,066	67,0
Ensilado	1,0	35,5	64,0	0,087	75,0
<i>Flint</i>					
Não ensilado	0,1	15,1	84,8	0,050	63,2
Ensilado	0	32,9	67,1	0,058	66,4
<b>Grão inteiro</b>					
<i>Dent</i>					
Não ensilado	0	57,1	42,9	0,058	80,0
Ensilado	0	71,0	29,0	0,062	86,9
<i>Flint</i>					
Não ensilado	0	47,9	52,1	0,055	73,6
Ensilado	0	56,0	44,0	0,067	80,9
		P			
Preparação	*	***	***	NS <sup>2</sup>	***
Genótipo	*	***	***	NS	***
Método de conservação	NS	***	***	NS	***
Preparação x genótipo	*	NS	NS	NS	NS
Preparação x conservação	NS	NS	NS	NS	NS
Genótipo x conservação	NS	NS	NS	NS	NS
<b>Milho prensado</b>					
Não ensilado	NS	***	***	NS	**
Não ensilado: Dent x Flint	NS	**	***	NS	NS
Ensilado: Dent x Flint	NS	NS	NS	*	**

A = Fração Rapidamente degradável, B = Fração lentamente degradável, C = Taxa de degradação.

<sup>1</sup> Degradabilidade efetiva, calculada pela equação  $a+bc/(c+k)$ , onde k = taxa de fluxo ruminal (valor assumido de 0,05/h). <sup>2</sup> P ≥ 0,05; \*P < 0,05; \*\*P < 0,01; \*\*\*P < 0,001.

Fonte: PHILIPPEAU e MICHALET-DOREAU (1998)

dentados. Nesse sentido, PHILIPPEAU e MICHALET-DOREAU (1998) desenvolveram um experimento, sob "stand" de 77.500 plantas/ha, que mostrou as principais diferenças desses dois grupos genéticos. Observaram que para o material não ensilado a degradabilidade ruminal da MS não diferiu significativamente para os milho Dent e Flint (Tabela 6). Por outro lado, as diferenças entre os genótipos são marcadamente significativas na degradabilidade do amido (72,3% e 61,6% para os genótipos Dent e Flint, respectivamente, Tabela 7). Os autores mencionaram que a baixa degradabilidade do amido do genótipo Flint, observada nos estudos *in situ*, foram causados, provavelmente, pela pequena proporção de fração rapidamente degradável, pela baixa taxa de degradação ou pelo efeito de ambas. A diferença na degradabilidade ruminal do amido poderia estar relacionada ao conteúdo de endosperma vítreo que apresentou pequena proporção de endosperma farinhoso. Os autores concluíram que a degradabilidade ruminal do amido do milho, antes e após a ensilagem, foi maior para o Dent que para o Flint. A ensilagem induziu ao aumento na degradabilidade *in situ*, mas a extensão desse aumento foi indiferente em função dos genótipos estudados.

Segundo MICHALET DOREAU e PHILLIPEAU (1998), citados por JOHNSON (1999), observaram que no mesmo ponto de maturação, os cultivares de grãos dentados (Dent) apresentaram maior degradabilidade e digestibilidade do que os cultivares de grão duro (Flint). Com a ensilagem, a degradabilidade do grão Flint aumentou, porém, ainda foi significativamente menor à observada no grão dentado (Figura 4).

Com a menor digestibilidade da fração amido, a hipótese da "diluição" nem sempre estaria ocorrendo, levando à menor digestibilidade de plantas colhidas em estágio avançado de maturidade. Em decorrência desse fato, em especial, onde os cultivares que apresentam origem de endosperma Flint, como é caso do Brasil, inúmeras recomendações de antecipação do momento de colheita foram observadas, com o objetivo de se evitar a perda excessiva do valor nutritivo da planta. A colheita antecipada, em geral, tem resultado em menor acúmulo de biomassa nas glebas de produção de silagem, resultando em menor produtividade, uma vez que a maturidade fisiológica é raramente atingida. Apesar do provável benefício na digestibilidade da MS de plantas de origem Flint colhidas precocemente, as perdas na ensilagem em decorrência da maior umidade da planta, poderiam resultar em silagem com menor potencial de consumo de MS pelos animais.

Tabela 7 Influência da preparação da amostra, do genótipo e do método conservação sobre a taxa e extensão de degradação ruminal *in situ* do amido do grão do milho

Preparação, genótipo e conservação	Características da Degradação				Degradabilidade Efetiva <sup>1</sup>
	Fração Não Degradável	A	B	C	
		(%)		(/h)	(%)
<b>Milho prensado</b>					
<i>Dent</i>					
Não ensilado	0	34,8	65,2	0,069	72,3
Ensilado	0,4	37,0	62,6	0,102	78,6
<i>Flint</i>					
Não ensilado	0	9,9	90,1	0,068	61,6
Ensilado	0	31,1	68,6	0,055	67,0
<b>Grão inteiro</b>					
<i>Dent</i>					
Não ensilado	0,2	58,0	41,8	0,088	84,4
Ensilado	0	77,6	22,4	0,076	91,1
<i>Flint</i>					
Não ensilado	0	43,5	56,5	0,059	73,7
Ensilado	0	55,8	44,2	0,074	82,0
		P			
Preparação	NS <sup>2</sup>	***	***	NS	***
Genótipo	NS	***	***	*	***
Método de conservação	NS	***	***	NS	***
Preparação x genótipo	NS	NS	NS	NS	NS
Preparação x conservação	NS	NS	NS	NS	NS
Genótipo x conservação	NS	NS	NS	NS	NS
<b>Milho prensado</b>					
Não ensilado x ensilado	NS	***	***	NS	**
Não ensilado: Dent x Flint	NS	***	***	NS	***
Ensilado: Dent x Flint	NS	*	*	**	***

A = Fração Rapidamente degradável, B = Fração lentamente degradável, C = Taxa de degradação.

<sup>1</sup> Degradabilidade efetiva, calculada pela equação  $a+bc/(c+k)$ , onde  $k$  = taxa de fluxo ruminal (valor assumido de 0,05/h).

<sup>2</sup> P ≥ 0,05; \*P < 0,05; \*\*P < 0,01; \*\*\*P < 0,001.

Fonte: PHILIPPEAU e MICHALET-DOREAU (1998)

Deve-se também ressaltar que apesar da evidente superioridade da degradação da fração amido do grupo genético Dent, em geral, essa tendência não se aplica para a porção vegetativa. Alguns estudos em andamento sugerem que o valor nutricional da planta toda não deverá acompanhar a redução na digestibilidade da fração amido, por haver compensação na porção vegetativa, determinando possível polêmica sobre o assunto.

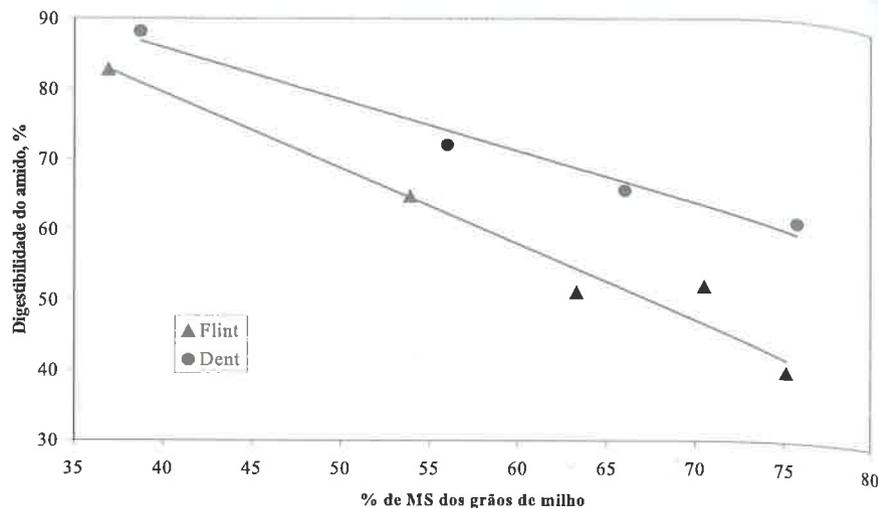


Figura 4 - Evolução da digestibilidade do amido em função do estágio de maturação e da origem genética do endosperma do grão (Flint ou Dent) segundo JOHNSON (1999).

## 5. Altura de colheita

A altura de corte da planta de milho para confecção de silagem é outro ponto importante a ser considerado. Silagem da parte superior das plantas é indicada como uma nova opção, sendo obtida pela regulagem da colhedora em plano superior. Essa regulagem tem por objetivo recolher somente a parte superior da planta de milho, constituindo-se numa silagem com alta participação de grãos na MS, apresentando fibras mais digestíveis e de maior conteúdo energético. Seu emprego ocorre preferencialmente em sistema com animais de alta produção, como vacas leiteiras e novilhas precoces, em virtude de ser um alimento de elevado valor nutricional e de alto custo de produção, e também, por apresentar normalmente rendimentos de 75% a 80% em relação à silagem da planta inteira (SÚMULA TÉCNICA, 1996).

Pesquisas realizadas por LAUER (1998) mostraram que a produção de MS de silagem de milho é reduzida cerca de 15% quando a altura de corte é elevada de 15 para 45 cm a partir do nível do solo. No entanto, a produção estimada de leite aumentou aproximadamente 12% para a mesma elevação da altura de corte, fato ocorrido devido à fração mais fibrosa do material não ter sido colhida, resultando em redução de 3% na

produção de leite por área. HUTJENS (2000) mencionou que para cada 15 cm na elevação da altura de corte espera-se uma redução de 1% no teor de FDA do material colhido, sendo a redução na produção de MS obtida ao redor de 850 kg/ha. CAETANO (2001) avaliou cultivares de planta de milho para a ensilagem, sob altura de corte a 5 cm acima do nível do solo (corte baixo) e a 5 cm abaixo da inserção da primeira espiga (corte alto), tomando como critério de determinação de matéria seca a evolução da linha de leite dos grãos centrais das espigas de milho (próxima a 2/3 do grão). O autor concluiu que os cultivares de milho com elevada digestibilidade da parede celular apresentaram melhores valores de digestibilidade da matéria seca da planta inteira, característica importante a ser considerada na escolha de

Tabela 8 Resultados médios da avaliação de onze cultivares de milho utilizados para confecção de silagens, colhidos em duas alturas de corte

Produção de MS (t/ha)	Altura de corte da planta inteira de milho						
	Baixa			Alta			
	14,7 <sup>a</sup>			10,9 <sup>b</sup>			
Altura de corte	Fracionamento da planta inteira (%)						
	Folha	Colmo	Sabugo	Palha	Grão	Espiga	
	Baixa	13,7 <sup>a</sup>	28,1 <sup>a</sup>	10,7 <sup>b</sup>	16,7 <sup>b</sup>	30,9 <sup>b</sup>	58,2 <sup>b</sup>
Alta	11,8 <sup>b</sup>	16,0 <sup>b</sup>	13,6 <sup>a</sup>	19,6 <sup>a</sup>	39,0 <sup>a</sup>	72,3 <sup>a</sup>	
CV (%)	8,4	9,4	8,1	11,8	9,8	4,2	
Altura de corte	Composição bromatológica da planta inteira (%)						
	MS	PB	FDN	FDA	HEM	CEL	LIG
	Baixa	29,6 <sup>b</sup>	8,2 <sup>a</sup>	57,7 <sup>a</sup>	28,6	29,1 <sup>a</sup>	24,4
Alta	33,0 <sup>a</sup>	8,3 <sup>a</sup>	51,2 <sup>b</sup>	24,5	26,7 <sup>b</sup>	20,9	3,6
CV (%)	6,4	5,6	6,2	3,5	11,4	4,5	13,2
Altura de corte	Digestibilidade <i>in vitro</i> da planta inteira (%)						
	MS	FDN	FDA	PB			
	Baixa	60,4 <sup>b</sup>	41,4 <sup>a</sup>	34,5 <sup>a</sup>	60,5 <sup>a</sup>		
Alta	63,0 <sup>a</sup>	41,8 <sup>a</sup>	38,1 <sup>a</sup>	59,6 <sup>a</sup>			
CV (%)	5,2	16,3	26,9	9,0			
Altura de corte	Composição bromatológica da silagem de milho (%)						
	MS	PB	FDN	FDA	HEM	CEL	LIG
	Baixa	29,9 <sup>b</sup>	8,3 <sup>a</sup>	51,0 <sup>a</sup>	29,6	21,5 <sup>a</sup>	25,8
Alta	33,4 <sup>a</sup>	8,3 <sup>a</sup>	42,8 <sup>b</sup>	23,9	19,0 <sup>b</sup>	21,2	2,7 <sup>b</sup>
CV (%)	5,7	12,2	9,3	2,6	21,5	3,4	19,7
Altura de corte	Digestibilidade <i>in vitro</i> das frações da silagem de milho (%)						
	MS	FDN	FDA	PB			
	Baixa	58,9 <sup>b</sup>	34,14 <sup>a</sup>	32,2 <sup>a</sup>	71,3 <sup>b</sup>		
Alta	62,2 <sup>a</sup>	25,9 <sup>b</sup>	22,9 <sup>b</sup>	74,4 <sup>a</sup>			
CV (%)	5,2	25,6	30,6	3,7			

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05)

Fonte: CAETANO (2001)

cultivares de milho para produção de silagem. Notaram também que as proporções de grãos na MS da planta inteira mostraram-se adequadas para escolha de cultivares para a ensilagem. A elevação da altura de corte melhorou a qualidade da forragem, em decorrência da redução da participação das frações colmo e folhas, havendo como consequência a redução dos componentes da parede celular e aumento nas proporções de grãos, o que determinou o aumento nos valores de digestibilidade da MS e dos nutrientes digestíveis totais (NDT) (Tabelas 8 e 9). Entretanto, as estimativas econômicas de retorno por tonelada de MS de forragem por hectare foram inferiores para as plantas colhidas na altura de corte alto, questionando a viabilidade econômica da elevação da altura de corte das plantas de milho para produção de silagem (Tabela 10).

As plantas colhidas em altura mais elevada também deveriam contribuir não somente para aumentar a reciclagem de matéria orgânica ao solo, garantindo condicionamento físico, mas também para retornar grandes quantidades de K (potássio) que se concentra nos internódios inferiores da planta. Ambas as contribuições, inegavelmente são muito positivas ao estabelecimento de um programa duradouro de exploração das glebas, em anos subsequentes, visando alta produtividade, e merecem avaliação econômica mais cuidadosa para justificar a recomendação.

Tabela 9 Resultados médios da composição químico-bromatológica e digestibilidade *in vitro* da MS de onze cultivares de milho utilizados na confecção de silagens, colhidas em duas alturas de corte, nas diferentes frações da planta

Altura de corte	Composição bromatológica do colmo (%)						
	MS	PB	FDN	FDA	HEM	CEL	LIG
Baixa	24,0 <sup>b</sup>	4,3 <sup>a</sup>	73,2 <sup>a</sup>	42,7	30,5 <sup>b</sup>	36,4	6,3
Alta	26,3 <sup>a</sup>	4,1 <sup>a</sup>	73,7 <sup>a</sup>	40,2	33,5 <sup>a</sup>	33,7	6,5
CV (%)	8,1	11,2	3,8	2,1	9,6	2,2	10,9
Altura de corte	Composição bromatológica das folhas (%)						
	MS	PB	FDN	FDA	HEM	CEL	LIG
Baixa	29,3 <sup>a</sup>	14,6 <sup>b</sup>	70,2 <sup>a</sup>	32,3 <sup>a</sup>	37,9 <sup>a</sup>	28,5 <sup>a</sup>	3,8
Alta	28,6 <sup>a</sup>	16,2 <sup>b</sup>	70,2 <sup>a</sup>	31,5 <sup>b</sup>	38,7 <sup>a</sup>	28,2 <sup>a</sup>	3,2
CV (%)	11,6	4,9	3,5	4,6	7,0	4,1	17,4
Altura de corte	Digestibilidade <i>in vitro</i> das frações (%)						
	Colmo	Folhas	Palha	Sabugo	Grãos		
Baixa	-	-	57,7	52,3	85,1		
Alta	53,7	64,7 <sup>b</sup>	-	-	-		
CV (%)	57,7	70,8 <sup>a</sup>	-	-	-		
CV (%)	4,4	5,1	-	-	-		

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05)  
Fonte: CAETANO (2001)

Tabela 10 Valores de estimativa de produção de leite por tonelada de forragem, simulado pelo sistema de produção diária de leite por vacas através de planilha MILK91

Estimativa	Altura de corte	Produção de leite		Retorno econômico	
		kg/t	Kg/ha	R\$/t	R\$/ha
25,0 (kg/vaca)	Baixa	560,98	8.290,07	85,79 <sup>a</sup>	1.278,61 <sup>1</sup>
	Alta	775,80	8.463,99	70,95 <sup>c</sup>	802,85 <sup>c</sup>
	CV (%)	11,4	19,8	18,17	27,9
40,8 (kg/vaca)	Baixa	592,06	8.745,73	208,07 <sup>a</sup>	3.076,31 <sup>1</sup>
	Alta	803,39	8.765,85	200,79 <sup>a</sup>	2.222,43 <sup>3</sup>
	CV (%)	10,7	19,2	7,5	19,4

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05)  
Fonte: CAETANO (2001)

## Referências Bibliográficas

- ALLEN, M.S.; OBA, M.; CHOI, B.R. Silage: feed costs and performance affected by type of corn hybrid. *Feedstuffs*, v.69, n.28, p.11, 14-15,31, 1997.
- BAL, M.A.; COORS, J.G.; SHAVER, R.D. Impact of maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cows on intake, digestion and milk production. *Journal of Dairy Science*, v.80, n.10, p.2497-2503, 1997.
- BLASER, R. Corn silage, a high energy forage, Forage Animal Management Systems. Virginia Ploithenic Institute, p.53-57, 1969.
- CAETANO, H. *Avaliação de onze cultivares de milho colhidos em duas alturas de corte para produção de silagem*, 2001, 178p, Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.
- DAYNARD, T.B.; HUNTER, R.B. Relationship among whole plant moisture, grain moisture, dry matter yield and quality of whole plant corn silage. *Canadian Journal Plant Science*, v.55, p.77-85, 1975.
- ESALQ/IAC – Avaliação anual de cultivares de milho para silagem, em diferentes regiões do estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.iac.br/milho>>. Acesso em 15 agosto 2000.
- HUNTER, R.B. Selection and evaluation procedures for whole-plant corn silage. *Canadian Journal Plant Science*, v.58, p.661-678, 1978.
- HUTJENS, M. Selecting corn silage varieties. Disponível em: <<http://dairynet.outrreach.uiuc.edu/fulltest.cfm?section=1&documentID=408>>. Acesso em 05 dez. 2000.

- JOHNSON, L, Nutritive value of corn silage as affected by maturity and mechanical process. A contemporary review. *Journal of Dairy Science*, v.82, p.2813-2825, 1999.
- LAUER, J, Harvesting silage at the correct moisture, *Wisconsin Crop Manager*, v.3, n.24, p.142-143, 1996a. Disponível em: <[http:// corn. Agronomy.wisc.edu/ Publications/WCM/1996/SHARVEST96. htm](http://corn.Agronomy.wisc.edu/Publications/WCM/1996/SHARVEST96.htm)> Acessado em: 05 dez. 2000.
- LAUER, J. Calculating silage of immature corn. *Wisconsin Crop Manager*, v.3, n.25, p.146-147, 1996b. Disponível em: <[http://corn.agronomy.wisc.edu/ Publications/ WCM/1996/ CalculatingSilageofImmatureCorn](http://corn.agronomy.wisc.edu/Publications/WCM/1996/CalculatingSilageofImmatureCorn)> Acesso em: 05 dez. 2000.
- LAUER, J.; Corn silage and quality trade-offs when changing cutting height. *Agronomy Advice*, 1998. Disponível em: <[http://corn.agronomy.wisc.edu/ Publications/Advice/1998/CuttingHeightYield AndQualityTrade-offForCornSilage.html](http://corn.agronomy.wisc.edu/Publications/Advice/1998/CuttingHeightYieldAndQualityTrade-offForCornSilage.html)> Acesso em: 05 dez. 2000.
- LAUER, J.; Kernel Milkline: how should we use it for harvesting silage? *Agronomy Advice*, 1999. Disponível em: <[http://corn.agronomy.wisc.edu/Publications/ Advice/1999/KernelMilkline.html](http://corn.agronomy.wisc.edu/Publications/Advice/1999/KernelMilkline.html)> Acesso em: 05 dez. 2000.
- LAVEZZO, W.; LAVEZZO, O.E.N.; CAMPOS NETO, O. Estádio de desenvolvimento do milho. 1. Efeito sobre a produção, composição da planta e qualidade da silagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.26, n.4, p.675-682, 1997a.
- LAVEZZO, O.E.N.; LAVEZZO, W.; SIQUEIRA, E.R. Estádio de desenvolvimento do milho. 2. Efeito sobre o consumo e a digestibilidade de silagem em ovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.26, n.4, p.683-690, 1997b.
- McCULLOUGH, M.E. Silage Research at Georgia Station. University of Georgia –College of Agriculture Experiment Stations, 1970. 46p. (Research Report, 75).
- MAHANNA, W. Corn – management and breeding the TMR plant. Pioneer Hi-Bred International ([www.pioneer.com/usa/products\\_and\\_technology/nutrition](http://www.pioneer.com/usa/products_and_technology/nutrition)), 1996.
- NUSSIO, L.C. *Avaliação de cultivares de milho (Zea mays L.) para ensilagem através da composição química e digestibilidade "in situ"*. Piracicaba, 1997, 58p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)– Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.
- NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P, Silagem de milho, In: *Simpósio sobre Nutrição de Bovinos: Alimentação suplementar*, 7. Piracicaba, 1999. *Anais...* Piracicaba, FEALQ, 1999. p.27-46.
- PENATI, M.A. *Relação de alguns parâmetros agrônômicos e bromatológicos de híbridos de milho (Zea mays L.) com a produção, digestibilidade e teor de matéria seca da planta*. 1995, 97p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo,

- Piracicaba, 1995.
- PHILIPPEAU, C.; MICHALET-DOREAU, B. Influence of genotype and ensiling of corn grain on in situ degradation of starch in the rumen. *Journal of Dairy Science*, v.81, p.2178-2184, 1998.
- RENTERO, N. Qualidade total: nova referência das silagens. *Balde Branco*, v.34, n.403, p.22-28, 1998.
- SILVA, L.F.P.; MACHADO, P.F.; FRANCISCO JÚNIOR, J.C. DONIZETTI, M.T. Avaliação da qualidade da forragem e componentes da parede celular. In: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 34, Juiz de Fora, 1997. *Anais ... Juiz de Fora: SBZ*, 1997. p.176-178.
- SÚMULA TÉCNICA Santa Cruz do Sul: Pioneer Sementes, 1996. 20p. (informativo, .2)

## Utilização de silagem de grãos de cereais na alimentação animal

Clóves Cabreira Jobim<sup>1</sup>  
Ulysses Cecato<sup>1</sup>  
Marcos Weber do Canto<sup>1</sup>

### I-Introdução

O uso de silagem de grãos úmidos de cereais, especialmente de milho, vem aumentando consideravelmente nos últimos anos. Trata-se de uma tecnologia de fácil adoção, com baixos custos de implantação e segurança de resultados. No Brasil, onde normalmente ocorrem grandes desperdícios de grãos, a adoção dessa tecnologia poderá reduzir significativamente as perdas na lavoura e armazenagem na propriedade.

Outro aspecto de real importância é o fato da necessidade dos produtores reduzirem os custos de produção, principalmente na suinocultura e na bovinocultura leiteira, onde as margens de lucro são bastante pequenas e os preços estão sujeitos a grandes oscilações em razão de mercado externo e dos preços do milho.

Acreditamos que essa tecnologia pode contribuir para solucionar os graves problemas de armazenagem de grãos nas fazendas, onde normalmente ocorrem grandes perdas qualitativas e quantitativas, em função do ataque de insetos e de ratos. Também a colheita do milho para ensilar proporciona antecipação na retirada da cultura da lavoura com grandes benefícios num esquema de rotação de culturas, além de reduzir significativamente as perdas no campo.

Este artigo objetiva fazer uma abordagem da tecnologia de ensilagem de grãos úmidos de milho e seus benefícios na alimentação animal, bem como colocar em evidência a possibilidade do uso de grãos de outros cereais como sorgo, aveia e triticale ensilados.

### II - Vantagens e Desvantagens do Uso de Silagem de Grãos Úmidos

Várias publicações (KRAMER e VOORLUYS, 1991, JOBIM et al., 1996, JOBIM et al., 1997, COSTA et al., 1999, KÉPLIN, 2000) têm destacado como principais vantagens no uso de silagem de grãos úmidos de

<sup>1</sup> Departamento de Zootecnia, UEM-Maringá (ccjobim@uem.br) (www.dzo.uem.br)

<sup>\*</sup> Pesquisador do CNPq.

milho as seguintes:

- Antecipação na colheita em três a quatro semanas, o que permite liberar a área para plantio da cultura subsequente, otimizando o uso da terra;
- Redução significativa das perdas a campo por condições climáticas adversas, ataque de pássaros e de insetos, além de diminuir a presença de fungos.
- Redução das perdas quantitativas e qualitativas durante o processo de armazenagem;
- Baixos investimentos para armazenagem;
- Menor custo de produção em relação ao grão seco. COSTA et al. (1998) constataram que com a eliminação das etapas de limpeza e secagem, a silagem de grãos úmidos de milho foi 5% mais barata em relação aos grãos secos. Veja também dados divulgados pela Pioneer (Tabela 1).
- Melhor desempenho animal com conseqüente redução nos custos de produção.

*Como desvantagens poderíamos destacar:*

- Impossibilidade de comercialização de eventuais excedentes de produção. Para evitar problemas dessa natureza deve-se dimensionar os silos de acordo com a demanda anual.
- Impossibilidade de formulação de concentrado antecipadamente para posterior utilização, ou seja, a silagem de grãos não pode ser misturada aos demais ingredientes da dieta e armazenada para distribuição posterior.

Tabela 1. Custo médio de produção de uma silagem de grãos de milho, durante o período de três anos (1995 a 1997). Produtividade média de 8.300 kg/ha

Parâmetros	Custos (R\$)*	Custos (US\$)
Lavoura em pé	530,00	283.42
Colheita	59,30	31.71
Transporte	8,30 (R\$ 1,0/t)	4.44
Trituração	12,50 (R\$ 1,50/t)	6.68
Compactação	8,30 (R\$ 1,0/t)	4.44
Total/ha	618,40	330.69
Saca ensilada	4,47	2.39

Fonte: Centro de Tecnologia Pioneer. \*(Valores em R\$).  
(Para janeiro 2000) Custos baseado em sistema terceirizado

### III - Tecnologia de Ensilagem

A tecnologia de ensilagem de grãos deve seguir o mesmo princípio (fermentação anaeróbia) daquela utilizada para conservação de qualquer forrageira. Deve-se tomar todos os cuidados em relação ao carregamento, compactação, vedação e posterior descarregamento do silo.

O ponto ideal de colheita é quando o grão apresentar entre 32 a 35% de umidade. Na prática a espiga apresenta as brácteas (palha) secas e o grão já completou a maturação fisiológica. No milho a maturação fisiológica pode ser visualizada pela formação de uma camada preta na base dos grãos. Normalmente isso ocorre cerca de 50 dias após a polinização. Quando seco demais a fibra da casca em torno dos grãos terá consistência endurecida, o que acarreta maiores perdas na passagem do trato digestivo, conseqüentemente, menor aproveitamento do amido disponível para fermentação no rúmen.

Logo após a colheita os grãos devem ser quebrados ou laminados (quando possível) e devidamente compactados. Para uso na alimentação de suínos recomenda-se moer finamente os grãos (peneira de 8 mm). Já para a alimentação de bovinos uma moagem grossa (quirera) é suficiente, ou seja a quebra dos grãos em três a quatro pedaços. No entanto, alguns autores têm afirmado que o grãos laminados tem melhor aproveitamento por ruminantes. Uma boa compactação deve proporcionar entre 800 a 1000 kg/m<sup>3</sup> de silagem. Normalmente silos tipo trincheira revestidos proporcionam melhores condições de compactação e perdas insignificantes. A silagem do grãos de milho inteiros também é viável desde que a compactação seja severa (máquinas pesadas) e o silo bem vedado. A silagem pode ser fornecida aos animais (bovinos) sem triturar o grão. Porém, a ensilagem de grãos inteiros de milho pode levar a maiores perdas, principalmente durante a utilização da silagem. Os grãos inteiros determinam menor densidade da silagem, e, em conseqüência, maior porosidade, o que pode determinar fermentações aeróbias indesejáveis quando uma fatia pequena é retirada a cada dia. Portanto, recomendamos sempre que possível o processamento do grão antes da ensilagem.

No entanto, CASTING e COUDURE (1997) destacam que a silagem de grãos inteiros com 30 a 32% de umidade é particularmente interessante, uma vez que não é necessário secagem, e a estocagem em silos é fácil e de baixo custo, com facilidade de descarregamento diário.

Deve-se tomar cuidados especiais com relação à compactação para evitar perdas durante a fermentação e melhorar a estabilidade da silagem durante a utilização. Outro fator determinante da estabilidade é a quantidade de sabugo presente nos grãos. Embora a silagem da espiga de milho também seja viável, JOBIM et al. (1997) observaram que a presença de sabugo na silagem aumentou o desenvolvimento de leveduras com a exposição ao ar (2, 4 e 6 dias após a abertura dos silos). Tal fato pode ser atribuído à maior porosidade das silagens com maior quantidades de sabugo, aumentando a oxigenação, e, em conseqüência, favorecendo o desenvolvimento de leveduras. Também MAHANNA (1994), recomenda que na confecção de silagem de espigas de milho deve-se fazer uma moagem adequada para evitar acúmulo de sabugo em determinadas áreas, favorecendo a presença de oxigênio e o desenvolvimento de leveduras.

Durante a utilização deve-se tomar todos os cuidados referentes ao descarregamento do silo, uma vez que a deterioração superficial das silagens de grãos é relativamente rápida (JOBIM et al., 1997; JOBIM et al., 1999). Portanto, antes da ensilagem é necessário dimensionar adequadamente os silos em relação à demanda diária. Quando a quantidade de silagem a ser retirada a cada dia for pequena o ideal é fazer mais de um silo, com menor superfície frontal. Assim, a área de silagem exposta ao ar será menor e a espessura da fatia maior, sendo retirada diariamente toda a silagem que está em deterioração aeróbia.

### IV- Composição Química e Qualidade de Fermentação de Silagens de Grãos Úmidos

A composição química da silagem de grãos úmidos de milho pode variar em função do teor de umidade no momento da ensilagem e da proporção de sabugo presente, entre outros fatores (JOBIM et al., 1997). Teores de umidade acima de 35% favorecem as perdas de MS, podendo alterar significativamente os conteúdos de nitrogênio e de carboidratos solúveis. GOODRICH et al., (1975) registraram perdas de MS da silagem de grãos de milho úmido de 5,6; 3,7 e 2,7 % para grãos ensilados com 33,1; 27,5 e 21,5 % de umidade, respectivamente. No entanto, com umidade baixa, ao redor de 18%, a fermentação não é adequada para boa conservação do produto e as perdas normalmente são elevadas.

Tabela 2. Composição química da silagem de grãos úmidos de milho

Parâmetros	DeBrabander et al., 1992	Jobim et al., 1997	Reis et al., 2000	Santos et al., 2000
pH	3,7	3,6	3,5	3,9
MS (%)	61,4	63,9	66,7	67,0
FDN (%)	13,3	15,1	14,2	7,10
FDA (%)	---	3,3	2,5	3,95
PB (%)	11,4	10,0	10,2	7,69
N-NH <sub>3</sub> (% N total)	2,7	1,05	---	---
EB (kcal/g MS)	---	4.203	4.330	4.474
Ac. Lático (%)	0,8	0,78	---	---
Ac. Acético (%)	0,4	0,12	---	---
Ac. Butírico (%)	0,00	0,00	---	---

Os grãos de milho, mesmo quando triturados ou parcialmente quebrados, são protegidos pelo pericarpo, o qual é muito resistente à degradação microbiana e digestão enzimática no intestino delgado. Os estudos com silagem de grãos úmidos de milho têm constatado que há aumento na digestibilidade da matéria orgânica, principalmente devido ao aumento na digestão do amido, principal componente do grão.

A maior digestibilidade do amido dos grãos ensilados deve-se, sobretudo, a fragilização da matriz protéica que recobre os grãos de amido da endosperma periférico (DEMARQUILLY e ANDRIEU, 1996). O amido pode sofrer gelatinização (rompimento dos grãos de amido) mediante aplicação de calor e de umidade. Segundo SIMAS (1997), o grau de gelatinização vai determinar a susceptibilidade do amido à degradação enzimática. Segundo Owens e Goetsch (1988) citados por COSTA (1998), o amido quando submetido à água quente (60 a 80°C) se expande de forma irreversível (gelatinização). Com a gelatinização ocorre o rompimento das membranas protéicas e das estruturas dos grânulos de amido, com conseqüente solubilização da matriz protéica. Este fenômeno melhora a digestão enzimática do amido.

Embora a gelatinização do amido pelo aquecimento possa favorecer a sua digestibilidade, acreditamos que isso dificilmente ocorrerá em condições normais de ensilagem dos grãos de milho. Isto porque, segundo COLONNA, et al. (1995), a gelatinização do amido do milho começa à temperatura de 62°C e termina em 72°C, temperaturas que não são atingidas durante a ensilagem. Portanto, a maior contribuição pode ser por ação dos ácidos da silagem sobre o amido, pois, segundo ROONEY e

PFLUGFELDER (1986), o amido pode ser gelatinizado pela ação de agentes químicos.

Outro aspecto de real importância é a relação amilose:amilopectina na composição do amido. O amido é um polissacarídeo heterogêneo composto principalmente de moléculas de amilose e de amilopectina, ligadas por pontes de hidrogênio (VAN SOEST, 1994). A amilose é um polímero linear de unidades D-glicose unidas com ligações tipo  $\alpha$ -1,4, enquanto que a amilopectina é um polímero ramificado, formado por uma cadeia linear de resíduos de glucose ( $\alpha$ -1,4) com pontos de ramificação  $\alpha$ -1,6 a cada 20 a 25 unidades. Segundo KOTARSKI et al. (1992) a proporção de amilose no grânulo de amido varia de 14 a 34%, enquanto que a amilopectina representa cerca de 70 a 80% do amido nos grãos de milho. A amilose é responsável por uma estrutura cristalina mais resistente e requer temperaturas mais elevadas para gelatinização dos grânulos se comparado a amilopectina (VAN SOEST, 1994).

A proporção desse polímero linear (amilose) e ramificado (amilopectina) presente nos grãos, influenciam a taxa de degradação e a digestibilidade do amido. A digestibilidade do amido é inversamente proporcional ao teor de amilose. Desta forma, fontes de amido com maiores teores de amilopectina, como o grão de milho imaturo, podem apresentar maior digestibilidade.

Segundo HUNTINGTON (1994), um aumento na proporção de amido degradado no rúmen se traduz em aumento no ganho de peso/kg de alimento, e também aumento no teor de proteína no leite. De acordo com DEMARQUILLY (1996), isso é contrário a teoria que sugere que o amido é utilizado mais eficazmente quando é digerido e absorvido sob forma de glicose no intestino delgado, em relação à degradação para AGV no rúmen. O autor destaca que de fato a digestão do amido no rúmen tem dupla vantagem: 1) aumento da síntese de proteína microbiana no rúmen; 2) aumento na digestibilidade no intestino delgado do amido "by pass", devido ao aumento na secreção do pâncreas, em resposta a uma maior quantidade de proteínas que chegam ao intestino delgado.

Alguns dados da composição química da silagem de grãos de sorgo, aveia e trigo são apresentados na Tabela 3. Embora os principais parâmetros (ácidos orgânicos, N-NH<sub>3</sub>) a serem considerados para avaliar a qualidade de fermentação não sejam disponíveis nos trabalhos consultados, os autores ressaltam a boa conservação desses grãos na forma de silagem.

Tabela 3. Composição química da silagem de grãos de cereais

Parâmetros	Sorgo <sup>1</sup>	Aveia <sup>2</sup>	Trigo <sup>3</sup>
pH	4,2	4,7	----
MS	64,4	59,9	68,1
PB	10,7	17,4	17,8
FDN	25,7	33,8	----
FDA	12,6	16,5	12,6
FB	----	----	2,28
EE	----	----	1,53
DIVMS	79,1	----	90,5

<sup>1</sup> Romero et al. (1996), <sup>2</sup>Oliveira (2000), <sup>3</sup>Petit e Santos (1996)

#### V- Estabilidade aeróbia da silagem (Pós-fermentação).

Segundo MATHINSON et al. (1989), um dos principais problemas para maximizar o valor alimentício da silagem de grãos úmidos, é a susceptibilidade à deterioração aeróbia (pós-fermentação). Ressalta-se que a deterioração da silagem está associada principalmente ao desenvolvimento de fungos e de leveduras (MUCK et al., 1991). A presença de fungos é indesejável principalmente em razão da produção de micotoxinas. Já as leveduras provocam grande liberação de CO<sub>2</sub> pelo metabolismo dos açúcares, resultando em perdas de MS.

A presença de leveduras em silagens foi identificada inicialmente em 1932, mas sua importância foi ignorada até 1964, quando alguns pesquisadores demonstraram que essas leveduras têm papel importante na deterioração da silagem quando da exposição ao ar durante o descarregamento dos silos, ou por problemas de vedação inadequada (MACDONALD, 1981; LINDGREN et al., 1985; JASTER, 1994).

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 residuais e de ácido lático. Os principais substratos utilizados pelos microrganismos são os açúcares solúveis, os ácidos orgânicos e o etanol, resultando em aumento do pH e redução na digestibilidade e no conteúdo de energia.

De acordo com PITT et al. (1991) e PHILLIP e FELLNER (1992) a temperatura, a concentração de carboidratos solúveis, a população de fungos e a concentração de ácidos orgânicos em interação com o pH são os parâmetros que mais afetam a estabilidade das silagens. O aumento do pH após a exposição da silagem ao ar, queda no teor de carboidratos solúveis e baixa concentração de ácido lático são importantes indicadores da deterioração da massa ensilada. Em temperaturas inferiores a 10°C e superior a 40°C, a silagem poderá apresentar maior estabilidade pela inibição no crescimento de fungos. Todavia, as temperaturas intermediárias favorecem uma alta taxa de crescimento dos fungos.

A deterioração aeróbia da silagem está associada principalmente, com o desenvolvimento de fungos e de leveduras. Segundo MUCK et al. (1991) e RUIZ e MUNARI (1992) o processo inicia-se com leveduras, que transformam os açúcares em álcool. Estes microrganismos apresentam alta resistência as variações do pH e sobrevivem em meio anaeróbio. 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.

Silagens, que na abertura do silo, apresentam contagem de 10<sup>6</sup> UFC de leveduras/grama de silagem podem em dois ou três dias atingir 10<sup>9</sup>UFC/grama, sendo consideradas de baixa estabilidade (PITT et al., 1991).

Alguns microrganismos que se desenvolvem na forragem ensilada após a abertura do silo podem constituir risco para a saúde animal e mesmo para àqueles que manuseiam a silagem. Um exemplo comum é a listeriose. A listeriose, causada pela bactéria *Listeria monocytogenes*, está associada à ingestão de silagem que apresentou desenvolvimento de fungos. Também com relação ao desenvolvimento de fungos, deve-se tomar cuidado especial, pois uma série de esporos potencialmente patogênicos podem causar doenças nos animais e nos tratadores. Cita-se como exemplo a ocorrência de aspergilose.

O efeito mais significativo dos microrganismos aeróbios na qualidade das silagens é a respiração, sendo que o substrato depende do microrganismo. As leveduras consomem somente compostos solúveis, tais como açúcares e produtos da fermentação, enquanto que os fungos degradam uma ampla variedade de nutrientes, incluído carboidratos estruturais e lignina (MACDONALD, 1981, ROTZ e MUCK, 1994).

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 após dois dias de abertura dos silos (Tabelas 4 e 5). Na silagem de espigas de milho, a população de leveduras e de fungos apresentou crescimento médio superior à observada na silagem de grãos. Segundo WOOLFORD (1990) silagens com contagem de leveduras superior a 5,0 UFC/g de silagem são altamente susceptíveis à deterioração.

Tabela 4. Desenvolvimento de leveduras (UFC/g silagem) nas silagens de espigas e de grãos úmidos de milho em diferentes períodos de amostragem após a abertura dos silos

Silagens	Dias após abertura dos silos				Médias
	0 dias	2 dias	4 dias	6 dias	
Silagem espigas	7,2	8,0	8,6	8,5	8,1 <sup>A</sup>
Silagem grãos	6,4	7,1	7,9	8,2	7,4 <sup>B</sup>
Médias	6,8 <sup>c</sup>	7,5 <sup>b</sup>	8,2 <sup>a</sup>	8,3 <sup>a</sup>	

Médias na linha com letra minúscula e na coluna com letra maiúscula diferem ( $P < 0,01$ ) pelo teste Tukey. Fonte: JOBIM et al. (1999).

Nota-se que, tanto para o desenvolvimento de leveduras como de fungos (Tabelas 4 e 5) não houve diferença entre os dois últimos tempos de amostragem (4<sup>o</sup> e 6<sup>o</sup> dias). Isso pressupõe que não houve intensa atividade de microrganismos aeróbios em uma profundidade maior no silo que a fatia que estava sendo retirada a cada dois dias de descarga.

Tabela 5. Desenvolvimento de fungos (UFC/g silagem) nas silagens de espigas e de grãos úmidos de milho em diferentes períodos de amostragem após a abertura dos silos

Silagens	Dias após abertura dos silos				Médias
	0 dias	2 dias	4 dias	6 dias	
Silagem espigas	1,2	2,0	3,5	3,8	2,6 <sup>A</sup>
Silagem grãos	0,6	1,4	3,2	2,7	1,9 <sup>B</sup>
Médias	0,8 <sup>c</sup>	1,7 <sup>b</sup>	3,4 <sup>a</sup>	3,3 <sup>a</sup>	

Médias na linha com letra minúscula e na coluna com letra maiúscula diferem ( $P < 0,01$ ) pelo teste Tukey. Fonte: JOBIM et al. (1999).

## VI- Uso de Aditivos em Silagens de Grãos de Milho

Os aditivos estimulantes da fermentação aumentam a produção de ácido láctico, minimizando as perdas de MS, e promovem maior velocidade de acidificação da silagem. O uso de inoculantes microbianos presume que existem condições para o seu desenvolvimento, tais como quantidade de carboidratos solúveis e anaerobiose. Quando o carregamento do silo é demorado favorece o desenvolvimento de bactérias indesejáveis em prejuízo das bactérias ácido lácticas. O uso do inoculante bacteriano promove aumento na taxa de fermentação (maior relação láctico/acético), diminuindo a proteólise e a desanimação da proteína da forragem, com uso mais eficiente dos carboidratos solúveis e em consequência maior retenção de nutrientes na silagem (HENDERSON, 1993).

A maioria dos produtos comerciais incluem *Pediococcus* e/ou *Streptococcus*, os quais têm sua atividade em pH entre 6,5 e 5,0, e estirpes de Lactobacilos homofermentativos que são mais efetivos na produção de ácido láctico em pH mais ácido.

Com relação aos efeitos dos inoculantes sobre a qualidade das silagens, na prática são basicamente em relação às perdas de MS. Segundo MUCK (1996), para volumosos, o rápido abaixamento do pH, devido ao inoculante, pode reduzir a quebra enzimática da hemicelulose, enquanto que o pH baixo pode aumentar a hidrólise ácida da hemicelulose, levando a um equilíbrio.

O uso de inoculantes microbianos tem mostrado pequeno efeito positivo sobre o desempenho animal. De acordo com MUCK (1996), dos produtos da fermentação o ácido láctico é melhor utilizado pelos microrganismos do rúmen, o que poderá levar a um pequeno aumento na produção de proteína microbiana, enquanto que o acético é absorvido diretamente pela parede ruminal. O autor destaca também que existe alguma evidência de que o ácido acético e o etanol podem ter efeito negativo sobre a palatabilidade e ingestão, e que pequenas variações na forma do N (menos NH<sub>3</sub> e mais proteína verdadeira) poderá melhorar a retenção de nitrogênio pelo animal.

Também por inibir o crescimento de outros microrganismos na silagem, os inoculantes podem inibir a produção de toxinas e ter um efeito positivo sobre o ambiente ruminal (MUCK, 1996).

Não tem sido realizados estudos comparativos para determinar a

eficiência do uso de inoculantes em silagens de grãos úmidos de milho. Porém, na prática tem-se constatado que o uso de inoculantes para grãos úmidos de milho melhoram o padrão de fermentação e, possivelmente, a estabilidade da silagem. No entanto, é indispensável cuidados com a relação custo-benefício. Muitas vezes o uso de inoculantes não reflete em aumentos significativos no desempenho animal. Mas a redução das perdas, ou seja, a relação entre quantidade de grãos colocada no silo e quantidade aproveitada pelos animais, pode ser o fator determinante da eficiência do uso de inoculantes.

Particularmente, no Departamento de Zootecnia da UEM, temos avaliado silagens de grãos úmidos de milho sem uso de inoculantes (JOBIM, et al, 1997, JOBIM et al., 1999, REIS et al., 2000, SANTOS et al., 2000) com resultados satisfatórios em relação a qualidade de conservação, magnitude de perdas e desempenho animal.

## VII- Qualidade Sanitária da Silagem de Grãos Úmidos

O principal problema higiênico da silagem de grãos úmidos de milho é com relação à presença de micotoxinas. Estresse, estado fisiológico, nutricional e doenças podem afetar, isoladamente ou em conjunto, a resposta de um animal a um conjunto ou nível específico de micotoxinas.

No Brasil, embora sabidamente as micotoxinas sejam responsáveis por expressivos prejuízos na produção de grãos, praticamente não existem estimativas das perdas econômicas associada as micotoxinas. Mesmo em países com alta tecnologia para produção e armazenagem de milho as perdas por presença de micotoxinas são elevadas. Como exemplo citam-se os dados divulgados pela AL-TECH (2000), onde somente em 1980 os produtores e processadores de milho da Carolina do Norte perderam cerca de 30 milhões de dólares.

As micotoxinas resultam em perdas econômicas significativas para os criadores, uma vez que afetam a saúde dos animais, reduzem a produtividade e podem até levar a morte. Segundo a AL-TECH (2000), em 1992 o impacto econômico anual estimado para as micotoxinas na Carolina do Norte era de 20 milhões de dólares na avicultura, 10 milhões na suinocultura, 5 milhões na produção de leite, 1 milhão para bovinos e ovinos de corte e 1 milhão de dólares em eqüinos.

Acreditamos que no Brasil, se os prejuízos relativos à presença

de micotoxinas em rações animal fosse dimensionado, teríamos números surpreendentes, a julgar pela qualidade do milho utilizado nas propriedades para alimentação de aves, suínos e bovinos principalmente.

Segundo a AL-TECH (2000) embora já existam 300 a 400 micotoxinas conhecidas, as mais preocupantes em relação à toxicidade e ocorrência são: aflatoxina, desoxinivalenol (DON ou vomitoxina), zearalenona, fumonisina e toxina T-2. Os fungos do gênero *Fusarium*, normalmente encontrados nos grãos de milho e mesmo em outras forragens, produzem muitas dessas micotoxinas (DON, zearalenona, fumonisina e toxina T-2). Isto determina a necessidade de vigilância constante na produção e utilização do milho grão seco ou ensilado para atingir maior competitividade e rentabilidade aos produtores.

Destaca-se também que o fornecimento de grãos de qualidade aos animais irá reduzir a probabilidade de existência de resíduos de micotoxinas em produtos animais (leite e carne) destinados ao consumo humano. Toma-se como exemplo a aflatoxina que é eliminada através do leite na forma de aflatoxina M<sub>1</sub>, com resíduos equivalentes a 1 a 2% do nível existente na dieta (AL-TECH, 2001).

## VIII - Uso da Silagem de Grãos Úmidos de Milho na Alimentação Animal

No exterior, já há muitos anos, vários experimentos têm demonstrado a viabilidade de substituir os grãos secos de milho pela silagem de grãos úmidos de milho (McCAFFREE e MERRIL, 1968, CLARK e HARSHBAGER, 1972, CLARK et al., 1973, TYRRELL, 1989). No Brasil, as primeiras publicações científicas brasileiras com referência ao assunto datam da década de noventa (JOBIM et al., 1995, JOBIM et al., 1996; JOBIM et al., 1997; JOBIM et al., 1999). Anteriormente somente alguns artigos em revistas e jornais de divulgação destinados a produtores foram vinculados. No entanto, dado a importância do assunto, atualmente vários estudos têm sido conduzidos no sentido de elucidar pontos de grande importância para o uso adequado da silagem de grãos úmidos na alimentação de diferentes espécies animais.

### VIII.1- Silagem de Grãos Úmidos de Milho na Alimentação de Bovinos

Hoje, com a mudança nos conceitos sobre a eficiência do uso do

amido pelos ruminantes, está comprovado o melhor desempenho animal quando alimentados com amido de alta degradação ruminal.

Antes de completar a maturação do grão, a matriz protéica que encobre os grânulos de amido, no milho duro já está em formação e limitará a digestão ruminal do amido (PHILIPPEAU et al., 1996). Em razão disso, a colheita do milho para silagem com maior teor de umidade, em relação ao grão seco, pode ter efeito benéfico sobre a digestibilidade ruminal da MS.

Trabalhos realizados em relação ao estágio de maturação do milho mostram forte variabilidade na degradação ruminal do amido em função do genótipo (PHILIPPEAU et al., 1996). Os genótipos de milho se diferenciam pela textura do endosperma (dentados, duros). A degradabilidade do amido do grão normalmente diminui com o avanço na maturidade. PHILIPPEAU et al. (1996) encontrou redução de 14,4 pontos percentuais (62,2 para 47,8%) e de 18,0 pontos percentuais (87,0 para 69,0%) quando o teor de matéria seca da planta passou de 30 para 35%, respectivamente para milho duro e milho dentado (Tabela 6). Esta redução é independente do genótipo e é ligada, em grande parte, à diminuição da proporção de amido rapidamente degradável.

Em razão da dieta de vacas leiteiras de alta produção ser constituída por 25 a 35% de amido, fica evidente que a melhora na eficiência de utilização do amido representa real importância na produção de leite. SIMAS (1997) destaca que o aumento da lactação devido ao aumento da utilização de amido, em fontes de amido de alta degradabilidade ruminal, é provavelmente devido ao aumento da energia absorvida (AGV) e mais proteína microbiana disponível para absorção.

Tabela 6. Influência do genótipo e do estágio de maturação sobre as características de degradabilidade do amido de milho

Genótipo	Duro		Dentado		Erro
	30	35	30	35	
%MS (Planta)	30	35	30	35	
Fração rapidamente degradável (%)	26,5	10,4	49,5	26,7	8,3
Fração potencialmente degradável (%)	73,5	89,6	50,0	73,1	7,8
Velocidade de degradação (%/h)	5,70	4,30	19,0	8,30	3,3
Degradabilidade (%)	62,2	47,8	87,0	69,0	1,5

Fonte: Philippeau et al., 1996

O aumento na degradação ruminal e digestibilidade total do amido é uma combinação de fatores, entre os quais destaca-se: ausência de

interferência das matrizes protéicas do endosperma com a hidrólise do amido. Na colheita precoce o grão é utilizado antes da matriz estar completamente formada e solidificada (Sullins et al, 1971, Hale et al., 1973) citados por SIMAS (1997).

Um dos principais fatores que afetam a digestibilidade do amido pelos animais é a presença da matriz protéica ao redor do grânulo de amido, a qual dificulta a ação das enzimas (KOTARSKI et al., 1992, SIMAS, 1997).

THEURER et al. (1999) observaram maior fluxo de proteína microbiana para o intestino de vacas em lactação quando amido de alta degradabilidade ruminal substituem fontes menos degradáveis.

### VIII.1.1-Silagem de grãos de milho na alimentação de bovinos de corte.

Acreditamos que no Brasil existe grande possibilidade do aumento no uso de silagem de grãos de milho para bovinos de corte em confinamento. Considerando-se que os estudos comprovam o menor custo da silagem de grãos de milho em relação aos grãos secos, e o ótimo desempenho de bovinos alimentados com silagem de grãos de milho, fica evidente as vantagens da substituição do milho seco pelos grãos ensilados.

Em um experimento de 222 dias com novilhos Blonde d'Aquitaine, na França, observou-se um GMD ligeiramente inferior para o uso da silagem dos grãos inteiros (1.415 kg/dia) em relação ao uso do grão seco inteiro (1.440 kg/dia). No entanto, os animais que receberam silagem de grãos inteiros apresentaram um melhor rendimento de carcaça, 65,5% contra 64,7% para os animais que receberam grãos secos inteiro. Também em relação à eficiência de conversão (UFV/kg ganho) a silagem de grãos inteiros (5,97) foi ligeiramente superior ao grão de milho seco (6,14).

Em estudos de desempenho de novilhos superprecoce alimentados com silagem de grãos úmidos de milho COSTA et al.(1997), observaram aspectos relevantes do ponto de vista nutricional e econômico do emprego da silagem de grãos. Os resultados obtidos revelaram que os animais alimentados com silagem de grãos úmidos, comparado ao milho grão seco, apresentaram melhor desempenho em relação ao ganho de peso e conversão alimentar (Tabela 7). Isso proporcionou reduzir o custo de produção da arroba em 32,88% para os animais que receberam silagem de milho como volumoso e 23,55% para os animais que receberam feno.

Tabela 7. Desempenho de novilhos superprecoce alimentados com silagem de grãos úmidos de milho

Avaliações	Silagem		Feno	
	Milho úmido	Milho seco	Milho úmido	Milho seco
Relação C:V	60:40		70:30	
Consumo MS (kg)	6,93	7,28	6,77	7,64
GPV (kg/dia)	1,27	1,16	1,29	1,14
Conversão	5,43	6,33	5,27	6,87
Peso vivo 11 meses (kg)	409	400	397	387
Custo alimentação/@	14,64	20,25	16,14	20,51
Outras despesas/@	2,42	2,42	2,42	2,42
Custo total/@	17,06	22,67	18,56	22,93

Adaptado de COSTA et al (1999)

### VIII.1.2- Silagem grãos de milho para vacas leiteiras.

O uso de silagem de grãos úmidos de milho para vacas leiteiras tem sido pouco estudado no Brasil. Enquanto que a literatura internacional registra resultados satisfatórios já há muitos anos (PALMQUIST e CONRAD, 1970; CHANDLER et al., 1975; CLARK e HARSHBARGER, 1972; FORSYTH et al., 1972; CLARK et al., 1973; McCAFFREE e MERRIL, 1968). Alguns extensionistas e técnicos ligados a empresas que comercializam sementes de milho tem afirmado várias vantagens em relação ao uso da silagem de grãos úmidos de milho. No entanto, fica evidente, pela ausência de publicações científicas brasileiras, que é necessário pesquisar o assunto nas nossas condições.

### VII.2- Silagem de Grãos Úmidos de Milho na Alimentação de Ovinos

O uso de silagem de grãos úmidos de milho como componente do concentrado para cordeiros foi avaliado no Departamento de Zootecnia da UEM, com resultados satisfatórios. Na prática, no Campus do Arenito-UEM, em Cidade Gaúcha-Pr, temos empregado a silagem de grãos úmidos de milho para suplementação do rebanho geral de ovinos com ótimos resultados desde 1997. Também temos associado aos grãos de milho grãos de soja crua (até 25%), no momento da ensilagem, com resultados satisfatórios em relação a qualidade de fermentação da silagem e ao consumo e desempenho dos animais (JOBIM et al., 2001).

Tabela 8. Médias de pesos ao início (PI) e ganho diário de peso aos 28 (GDP 28), 56 (GDP 56) e 73 dias (GDP 73), em gramas por dia, para cordeiros alimentados com silagem de grãos úmidos de milho.

VARIÁVEL	SMH	GMS	50% SMH + 50% GMS	SMU	50% SMU + 50% GMS
PI (kg)	9,90	8,98	9,99	9,94	9,34
GDP 28 (kg)	150,30a	108,50b	93,60b	154,10a	114,70b
GDP 56 (kg)	121,20a	87,30b	101,10b	147,40a	170,40a
GDP 73 (kg)	153,70a	123,70b	126,00b	160,90a	145,00a

Médias seguidas por letras diferentes, na linha, são diferentes pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ).

SMH = silagem de milho hidratado; GMS = grão de milho seco ; SMU = silagem de grãos úmidos.  
Fonte: REIS e JOBIM (2000)

Tabela 9. Conversão alimentar dos cordeiros alimentados com grãos de milho ensilados

Conversão Alimentar	28 dias	56 dias	73 dias	Média
Silagem de milho hidratado (SMH)	2,86	3,66	3,24	3,25
Grãos de milho secos (GMS)	3,73	4,57	3,52	3,94
50% SMH + 50% GMS	4,12	4,45	3,53	4,03
Silagem de milho úmido (SMU)	2,80	3,29	3,14	3,07
50% SMU + 50% GMS.	2,86	3,66	3,24	3,25

SMH = silagem de milho hidratado; GMS = grão de milho seco ; SMU = silagem de grãos úmidos.  
Fonte: REIS e JOBIM (2001)

Com relação à avaliação da silagem de grãos úmidos de milho com cordeiros (Tabelas 8 e 9) as principais conclusões, segundo REIS et al. (2000) foram:

As formas dos grãos de milho utilizados na alimentação dos cordeiros não afetou as variáveis quantitativas e qualitativas estando os valores observados relacionados a carcaças de qualidade elevada.

A utilização de silagens de grãos úmidos de milho ou de grãos hidratados, em substituição ao grão de milho seco, pode ser utilizada sem restrições na alimentação de cordeiros para produção de carne, sem prejuízo à qualidade da carcaça.

Os animais que consumiram concentrado com 100% de silagem de grãos úmidos de milho (SMU) ou 100% silagem de milho hidratado (SMH) em substituição aos grãos de milho seco apresentaram maior eficiência em ganho de peso, atingindo o peso de abate mais rapidamente, o que pode estar associado à maior digestibilidade da silagem de grãos úmidos.

### VIII.3- Silagem de Grãos Úmidos de Milho na Alimentação de Equínos

As informações sobre digestibilidade dos nutrientes em vários alimentos para equínos, comparada a outras espécies, é bastante limitada, além de que, a alimentação dos equínos é um dos fatores que mais onera o custo de produção. Desta forma, a busca de fontes alternativas para compor rações, objetivando diminuir custos de alimentação, torna-se fundamental. Segundo o Sindicato da Indústria de Alimentos Animal, a produção nacional de rações para equínos, no ano de 1999, foi de 282 mil toneladas, com previsão para atingir no ano de 2000, 310 mil toneladas, sendo que, deste total, o milho em grãos secos representa no mínimo 60%.

O amido é digerido, na sua maior parte, no intestino delgado por meio da ação das amilases e maltases e a glicose liberada é absorvida nas paredes do jejuno e íleo. Até o final do intestino delgado, 60 a 95% do amido de cereais é digerido, sendo o amido do milho em menor proporção do que o da aveia (MEYER, 1995). Vários fatores podem influenciar a digestibilidade do amido para equínos. Segundo PILLNER (1992), a complexidade da estrutura química do amido e o período de tempo em que o material permanece no intestino delgado afetam a digestibilidade deste carboidrato. Por outro lado, fatores individuais, como hábito alimentar (mastigação) e a atividade da amilase no intestino delgado, podem levar a diferenças consideráveis na digestibilidade do amido.

Em condições normais de alimentação, parte do amido da dieta passa intacto ao ataque enzimático no intestino delgado do cavalo e chega ao intestino grosso. Este amido residual, que escapa da digestão no intestino delgado, é fermentado no ceco, sendo de considerável importância para avaliação de alimentos amiláceos para os equínos (KIENZLE, 1994). Neste caso, é preocupante o uso de alimentos amiláceos ou fermentados na nutrição de equínos, pois, quando grandes quantidades de amido (erros alimentares/deficiência no processo absorptivo) entram no intestino grosso do cavalo, poderão ocorrer sérios distúrbios digestivos, induzindo o surgimento de diarreia, cólica ou laminite (WOLTER, 1977).

Praticamente não existem informações sobre o uso de silagem de grãos úmidos de milho na alimentação de equínos, embora o milho grão seco seja largamente utilizado na alimentação desses animais. No Departamento de Zootecnia da UEM-Maringá, SANTOS et al. (2000) desenvolveram estudos com objetivo de avaliar a substituição parcial e total

do grão de milho seco pela silagem de grãos úmidos de milho, em rações para equínos em crescimento, por meio de ensaios de digestibilidade e de desempenho (Tabelas 10 e 11).

Os autores chegaram as seguintes conclusões:

Os nutrientes digestíveis da silagem de grãos úmidos de milho, avaliado com equínos, são 86,66% para matéria seca, 4,94% para proteína, 0,83% para fibra, 3,56% para fibra em detergente neutro, 1,28% para fibra em detergente ácido, 70,63% para o amido e 3.667 kcal/kg para a energia, com base na matéria seca.

Os valores obtidos para os coeficientes de digestibilidade para a silagem de grãos úmidos de milho indicam que este alimento se mostra promissor quanto à substituição do grão de milho seco em rações para equínos.

Não ocorreram efeitos negativos de ingestão e/ou palatabilidade no uso do concentrado com silagem de grãos úmidos de milho e também não foram observados distúrbios gastrointestinais.

Os concentrados para potros em crescimento, em pastagens de capim Tifton 85 (*Cynodon* spp. L), podem ser formulados com substituição total do milho grão seco pela silagem de grãos úmidos de milho, sem prejuízo sobre o desempenho dos animais, tornando-se, assim, uma alternativa para a alimentação de equínos.

Os resultados indicam que a inclusão da SGUM melhorou a digestibilidade da matéria seca ( $P < 0,05$ ) e da energia ( $P < 0,06$ ) da dieta teste. Este fato, provavelmente, é devido aos processos fermentativos ocorridos no interior do silo, propiciando melhor disponibilidade do amido à ação das enzimas digestivas.

Tabela 10. Ganho de peso médio diário (GPMD) de equínos alimentados com diferentes níveis (%) de substituição do grão de milho seco pela silagem de grãos úmidos de milho (SGUM)

	SGUM (0%)				
GPMD (kg)	0,75	0,71	0,71	0,72	0,72

CV= 11,24% Fonte: SANTOS et al. (2000)

Tabela 11. Coeficiente da digestibilidade aparente da MS, PB, FB, FDN, FDA, amido e energia bruta da silagem de grãos úmidos de milho para eqüinos

NUTRIENTES (%)	Digestibilidade Aparente
Matéria seca	86,66
Proteína bruta	64,18
Fibra bruta	43,90
FDN	50,10
FDA	32,31
Amido	100,00
Energia bruta (%)	81,96

Fonte: SANTOS et al (2000)

#### VIII.4- Silagem de Grãos Úmidos de Milho na Alimentação de Suínos

Alguns estudos realizados no Brasil e no exterior têm demonstrado que a silagem de grãos úmidos de milho pode substituir com vantagens o grão seco na alimentação de suínos. Em todas as fases (inicial, crescimento e terminação) os animais alimentados com silagem de grãos úmidos de milho têm apresentado melhor conversão alimentar e melhor ganho de peso. A silagem de grãos úmidos de milho tem apresentado maior digestibilidade da matéria seca, em relação ao grão seco, principalmente para leitões recém-desmamados, que apresentam reduzida capacidade de acidificação dos alimentos no estômago.

LOPES et al. (1999), avaliando o uso da silagem de grãos úmidos de milho para suínos, relataram melhor digestibilidade deste alimento, quando comparado com o milho grão seco. Os autores sugerem que este fato poderá ser conseqüência do processo fermentativo no silo, ocorrendo uma eventual gelatinização parcial do amido e causando maior eficiência no ataque das enzimas nas partículas úmidas do milho. Os autores relataram também que o uso deste alimento não provocou o surgimento de distúrbios digestivos em suínos.

LIMA et al. (1998) concluíram que a fermentação anaeróbica, ocorrida durante o processamento da SGUM, propicia um produto com maior disponibilidade de energia para suínos do que o milho grão seco.

O interesse pela silagem de grãos com alta umidade é devido a

suas inúmeras vantagens em relação ao grão seco armazenado. Segundo LIMA et al. (1998), o emprego do milho na forma de silagem de grão úmido em rações para suínos tem sido uma alternativa para a armazenagem de grãos na propriedade, reduzindo os problemas e as perdas verificadas na fase pós-colheita, além de diminuir o período de ocupação da terra. A armazenagem do grão de milho na forma de silagem permite manter um padrão de alto valor nutritivo por longo tempo (JOBIM et al., 1997).

LOPES et al. (1999), trabalhando com suínos, demonstraram não ter ocorrido problemas digestivos com a inclusão da SGUM na alimentação desta espécie e que este alimento pode substituir, com vantagens nutricionais, o milho seco. Em experimentos conduzidos por LIMA et al. (1998), verificou-se que as silagens úmidas de milho demonstraram ser um alimento promissor para suínos, principalmente quanto à disponibilidade de energia da dieta.

Tabela 12. Resposta de suínos alimentados com silagem de grãos úmidos de milho em substituição ao milho grão (13% umidade)

Parâmetros	Ração base	Silagem grãos	Diferença
Suínos Terminados	40.709	9.299	
Mortalidade (%)	2,0	1,5	-25,00%
Conversão (CA)	3,33	3,12	-6,31%
Peso do leitão (kg)	20,4	21,80	+1,4 (kg)
Peso final (kg)	97,6	99,6	+2,0 (kg)
Custo de produção (%)	100,0	94,8	-5,2%

Fonte: Jornal do DIRAT n.69 (1991)

Tabela 13. Desempenho de suínos alimentados com silagem de grãos úmidos de milho versus concentrado (ração) na fase de terminação

Parâmetros	Silagem de grãos úmidos de milho			
	Ração últimos 12 meses	últimos 6 meses	últimos 3 meses	último mês
Animais vendidos	1.242	1.220	1.231	1.044
Idade de saída (D)	150,01	146,55	141,42	140,95
Peso de saída (kg)	101,54	101,87	101,09	99,82
Peso 150 D (kg)	101,13	104,32	109,24	108,42
GMD (kg)	0,872	0,946	0,966	0,918
Conversão (CA)	3,10	2,90	2,87	2,70

Fonte: W. M. Lech - Granja Rhaetia, Guarapuava-PR (Boletim Pioneer, 2000)

Nas tabelas 12 e 13 são apresentados dados obtidos por suinocultores que refletem as principais vantagens do uso de silagem de grãos de milho para suínos. Cabendo destacar a melhor conversão alimentar e conseqüente menor custo de produção.

### VII.5- Silagem de Grãos Úmidos de Milho na Alimentação de Coelhos

O milho representa o principal cereal na alimentação de coelhos. No entanto, a incompleta maturidade enzimática ligada ao processo de digestão de carboidratos solúveis em coelhos, logo após a desmama, tem sido uma das causas de desordens digestivas especialmente quando alimentados com dietas com elevado teor de amido. O controle da concentração deste nutriente na dieta ou o uso de fontes de amido de alta digestibilidade em nível de intestino delgado poderá ser uma importante alternativa que impediria a sobra de amido para a digestão em nível de intestino grosso. Outra técnica utilizada atualmente é o uso de ácidos orgânicos em dietas de coelhos, especialmente na fase seguida a desmama, que possibilitaria o uso de concentrações mais elevadas de amido controlando desordens digestivas.

Assim sendo, no Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, estão sendo conduzidos estudos no sentido de avaliar o desempenho de coelhos alimentados com dietas contendo silagem de grãos úmidos de milho em substituição ao grão seco. Foram conduzidos ensaios de digestibilidade e de desempenho com coelhos com resultados de coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, energia bruta, proteína bruta, fibra detergente neutro e fibra detergente ácido foram, respectivamente, 94,5, 88,7, 99,7, 95,0 e 66,1%. A matéria seca digestível, energia digestível, proteína digestível, energia digestível, fibra detergente neutro digestível e fibra detergente ácido digestível da SGUM, com base na matéria seca total foram de 94,5%, 3968 kcal/kg, 7,67%, 6,7% e 2,6%, respectivamente.

Os valores de utilização digestiva da silagem de grãos de milho obtidos neste experimento apresentam-se maiores que os obtidos com grão de milho seco para coelhos (SCAPINELLO et al.1995; VILLAMIDE et al.1998). Isto indica que o processo de ensilagem assim como o estágio de colheita do grão de milho melhoram a digestibilidade de nutrientes desta importante matéria prima utilizada em dietas para coelhos.

Tabela 14. Peso vivo aos 50 dias de idade (PV50), ganho de peso diário (GPD), consumo de ração diário (CRD), conversão alimentar (CA) nos períodos de 36-50 e 36-70 dias de idade e peso de carcaça (PC) e rendimento de carcaça (RC) de coelhos de 36 a 70 dias de idade de acordo com os níveis de substituição do milho pela silagem de grão úmido de milho (SGUM)

Características	Teste	Níveis de substituição do milho pela SGUM (%)					
		25	50	75	100	Média	CV(%)
PV50 (g)	1590	1623	1546	1572	1543	1575	5,2
GPD36-50 (g)	41,4	44,0	38,1	40,0	37,8	40,27	15,7
CRD36-50 (g)	121	124	117	117	118	119	9,9
CA36-50	2,94	2,88	3,16	3,00	3,14	3,03	14,2
PV70 (g)	2055	2043	1993	2071	1952	2023	7,6
GPD36-70 (g)	30,43	30,06	28,55	30,89	27,31	29,45	15,9
CRD36-70 (g)	120	120	123	127	126	123	12,2
CA36-70	4,0	4,0	4,3	4,2	4,6	4,3	16,3
PC (g)	1087	1046	1076	1107	1040	1071	9,3
RC (%)	52,81	51,24	54,07	53,51	53,25	52,98	5,7

Fonte: SCAPINELLO et al (2001)

No ensaio de crescimento, as médias estimadas do peso vivo aos 50 e 70 dias de idade, o ganho de peso diário, consumo diário de ração e conversão alimentar nos períodos de 36 a 50 e 36 a 70 dias de idade e o peso e rendimento de carcaça, encontram-se na Tabela 14. Não foram observadas diferenças ( $P>0,05$ ) tanto no desempenho como nos parâmetros quantitativos de carcaça entre os tratamentos, indicando que a silagem do grão úmido de milho apresenta-se como uma opção viável de utilização deste cereal nas dietas para coelhos.

Conclui-se que a silagem de grãos úmidos de milho substitui eficientemente o grão de milho seco em dietas de coelhos.

### IX- Silagem de Grãos Úmidos de Aveia.

O uso de silagem de grãos de aveia (*Avena sativa*) no Brasil ainda é incipiente, sendo necessário intensificar os estudos para fornecer informações aos produtores que atualmente começam a fazer uso dessa tecnologia. A aveia é a forrageira de inverno de maior área de plantio no Paraná, principalmente na região noroeste do Estado, onde o inverno caracteriza-se por baixas precipitações. Além do uso como planta forrageira

(pastejo, silagem e feno), cobertura verde e cobertura vegetal morta para plantio direto, o uso da silagem dos grãos de aveia pode se constituir em uma alternativa importante para alimentação animal, principalmente em função dos custos de produção. Segundo OLIVEIRA et al., (2001), a disponibilidade de cultivares de aveia (IAC-7, UFRGS-14, UFRGS-19, UPF-16, UPF-19) com alto potencial de produção de grãos, acima de 3000 kg/ha, podem contribuir para aumentar a adoção dessa tecnologia pelos produtores rurais.

Recomenda-se a colheita para ensilagem quando o grão apresenta cerca de 30-35% de umidade, ou seja, aproximadamente 30 dias antes da maturação fisiológica. O procedimento para ensilagem deve seguir os mesmos cuidados em relação a ensilagem dos grãos de milho.

De acordo com os pesquisadores do IAPAR, devido ao seu teor de fibra, os grãos de aveia ensilados podem ser fornecidos em maiores quantidades em relação ao milho grão, compensando em parte a diferença de energia em relação ao milho.

Tabela 15. Desempenho de bezerros machos de origem leiteira alimentados com silagem de grãos de aveia

	Grupo 1		Grupo 2	
	100% Milho + FS*	50%Milho + 50%SAV** + FS		
Peso inicial (kg)	113,2		109,6	
Peso final (kg)	212,6		199,1	
Ganho total (kg)	99,4		89,5	
GMD (kg/dia)	1,060		0,952	
Consumo de MS (kg/dia)	4,40		3,90	

\*FS = Farelo de Soja \*\*SAV = Silagem de Aveia  
Adaptado de Oliveira (2001)

### X- Silagem de Grãos Úmidos de Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench).

O sorgo tem características nutritivas muito semelhantes às do milho, com valor energético um pouco inferior e valor protéico ligeiramente mais elevado. Apesar do sorgo ser o principal substituto do milho na ração animal, a utilização de grãos de sorgo ensilados ainda é incipiente no Brasil. Mas, da mesma forma que para o milho, alguns produtores já começam a fazer uso dessa tecnologia. Isto determina que é preciso pesquisar o assunto,

considerando-se a variabilidade genéticas dos sorgos disponíveis no mercado brasileiro.

Um aspecto de grande relevância é o estudo dos possíveis efeitos da fermentação no silo, sobre o tanino presente nos grãos de alguns sorgos. Segundo VAN SOEST (1996), taninos podem ser hidrolizados para açúcares em meio ácido. Assim sendo, podemos levantar a hipótese de que a acidez da silagem pode exercer importante papel na digestão de grãos de sorgo com alto tanino.

Trabalhos realizados com sorgo na alimentação animal em substituição ao milho têm apresentado resultados satisfatórios em espécies como aves, suínos, eqüinos, bovinos e ovinos (GARCIA e MAIER, 1995, WHITAKER e CARVALHO, 1997, LÓPEZ e STUMPF JUNIOR, 2000, ALVES FILHO et al., 2001).

Em Rafaela, Argentina, ROMERO et al. (1996) avaliaram o efeito da suplementação com grãos de sorgo ensilados ou secos (7,6 kg/animal/dia) para vacas em lactação. A produção de leites das vacas que receberam silagem de grãos de sorgo (18,9 L/vaca) foi menor em relação àquelas que receberam o grão de sorgo seco e moído (19,9 L/vaca).

Em outro trabalho ROMERO e COMERÓN (1996) não observaram diferença na produção de leite (média de 19,5 L/vaca/dia), entre vacas Holstein (460 kg PV) alimentadas com silagem de grãos úmidos de sorgo ou grãos de sorgo secos. Estes mesmos autores (COMERÓN, 1997) constataram diferenças na resposta produtiva de vacas leiteiras alimentadas com silagem de grãos úmidos de sorgo com alto e baixo tanino. Sendo que houve maior produção de leite para vacas alimentadas com sorgo de baixo teor de tanino. Segundo os autores isso deveu-se a maior digestibilidade da MS e da PB dos grãos com baixo tanino.

Também (ROSTAGNO et al., 1973), afirma que um teor elevado de tanino nos grãos torna as rações menos palatáveis e nutritivas, interferindo no metabolismo dos carboidratos e da proteína.

### XI- Silagem de grãos úmidos de trigo (*Triticum aestivum*).

A silagem de grãos úmidos de trigo é estudada em outros países, mas no Brasil não são realizados estudos. Isso deve-se ao fato de que no Brasil o trigo é utilizado basicamente pela indústria alimentícia humana, com um consumo estimado em 10 milhões de toneladas. Atualmente o Brasil

é considerado o maior importador mundial de trigo. Anualmente o Brasil importa cerca de sete milhões de toneladas de trigo. Isso inviabiliza o uso desse cereal ensilado na alimentação animal.

No Canadá PETIT e SANTOS (1996) avaliaram o uso de silagem de grãos de trigo em comparação com silagem de grãos de milho na alimentação de vacas em lactação com bons resultados (Tabela 16).

Tabela 16. Produção e composição de leite de vacas Ayrshire alimentadas com silagem de grãos úmidos de milho ou de grãos úmidos de trigo

Item	Tratamento		Contraste	
	Trigo	Milho	Trigo/Milho	SE
Leite (kg/dia)	28,2	26,6	0.12	1.2
Leite 4%(kg/d)	27,1	25,0	0.04	0.7
Gordura (%)	3,85	3,78	0.38	0.05
Proteína (%)	3,44	3,44	0.9	0.03
Dias em lactação	224	232	0.53	11

Adaptado de Petit e Santos (1996)

Os autores concluíram que o custo da alimentação foi mais baixo para a dieta com silagem de trigo. Destacaram também que o teor de proteína bruta da silagem de trigo foi o dobro da silagem de grãos de milho, resultando em menor necessidade de suplementação protéica (1 kg contra 3 kg para os animais alimentados com silagem de grãos de milho). Nesse estudo a produção de leite foi maior para as vacas que receberam silagem de grãos de trigo, o que pode ser atribuído a maior digestibilidade dos grãos de trigo em relação aos grãos de milho.

## XII- Silagem de grãos úmidos de triticale (*X Triticosecale* Wittmack).

O triticale tem sido estudado como fonte energética alternativa em rações para animais (FERREIRA et al., 1992, FURLAN et al., 1999). Segundo FURLAN et al.(1999) o triticale pode substituir todo o milho na ração de suínos em crescimento, sem prejudicar o desempenho dos animais, melhorando, inclusive, a conversão alimentar e reduzindo o custo da ração.

PRADO et al. (2000), concluíram que a substituição parcial ou total do milho pelo triticale, como fonte de energia, não alterou peso final, GMD, ingestão e conversão alimentar de novilhas Nelore confinadas.

No Brasil, o emprego de grãos de triticale ensilados é raro. Mas acreditamos que da mesma forma que para o milho esta técnica pode ser empregada com sucesso. Já na década de noventa KOSSOSKI (1992), na região de Castro-PR, comparando a silagem de grãos de triticale com silagem de grãos de milho para vacas em lactação constata a viabilidade do uso desse cereal na forma de silagem.

Estes resultados demonstram que o triticale também pode se constituir em uma ótima alternativa para uso na alimentação animal, merecendo somente uma análise de custo em relação ao milho e sorgo tradicionalmente utilizados.

## XIII- Considerações Finais

Considerando-se os resultados obtidos com pesquisas utilizando silagem de grãos úmidos de milho na alimentação de ruminantes e de monogástricos, podemos concluir que o emprego dessa tecnologia pode contribuir significativamente para melhorar o desempenho animal. Além dos resultados em relação ao valor nutricional e desempenho animal, deve-se destacar principalmente os resultados econômicos que poderão advir do emprego da silagem de grãos de milho como constituinte de rações. Esse aspecto é de grande relevância principalmente no momento em que produtores buscam reduzir o custo de produção sem perder eficiência, melhorando a margem de rentabilidade da exploração.

Outros cereais como o sorgo, aveia e triticale também podem ser utilizados com rentabilidade, considerando-se condições específicas de cada região e espécie animal explorada. Acreditamos que principalmente a aveia e o triticale podem se constituir em uma alternativa interessante, pela qualidade nutricional do grãos e por serem cereais cultivados no inverno, constituindo-se em importante alternativa para sucessão de culturas de verão. No entanto, julgamos que faz-se necessário estudar formas de ensilagem e de utilização que orientem os produtores para o uso dessa tecnologia com maior eficiência.

## IX-Referências Biográficas

AL-TECH, Comércio e Importação Ltda. Compreendendo e lidando com os efeitos

- das micotoxinas em rações e forragens para animais domésticos. <http://www.altech.com.br/i01.htm>. 08/12/2000.
- AL-TECH, Comércio e Importação Ltda. Efeitos das micotoxinas sobre a saúde e a produtividade de animais domésticos específicos. <http://www.altech.com.br/i01.htm>. 05/02/2001.
- ALVES FILHO, D.C., RESTLE, J., CÉRDOTES, L. et al. Características de carcaça de bovinos Bradford superprecoces, terminados com suplementação energética de grãos de aveia ou sorgo em pastagem cultivada sob pastejo horário. XXXVIII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2001, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba, 2001. p. 1358 -- 1359.
- BRITON, B., KRAUSE, J. 1985. Effects of type and length of storage high moisture corn. *Nebraska Beef Cattle Report*, Lincoln, n.48, p. 28-31.
- CASTAING, J., COUDURE, R. Mais grain sec ou humide pour l'engraissement de jeunes bovins Blonde d'Aquitaine. In: *Recontres Recherches Ruminants*, Paris, 1997. *Anais...* Paris, p.146.
- CHESTNUTT, D.M.B. 1992. Effect of processing barley and wheat grain on the digestion of silage-based diets by breeding ewes. *Anim. Produc.*, 54(1):47-52.
- COLONNA, P., BULEON, A., LELOUP, V.; et al. Constituantes des céréales, des graines, des fruits et de leurs sous-produits. In: Jarrige et al. (1995). *Nutrition des ruminants domestiques: ingestion et digestion*. Editions INRA, Paris, 1995. Chapitre 3, p; 83 - 122, 1995. 921p.
- COMERÓN, E.A. Efectos de la calidad de las forrajes y la suplementación en el desempeño de ruminantes en pastoreo (con especial referencia a vacas lecheras). In: Jobim et al. (1997). *Simpósio Sobre Avaliação de Pastagens com Animais*. *Anais...* Maringá-PR, p. 53 – 73, 1997.
- COSTA, C., ARRIGONI, M.D.B., SILVEIRA, A.C., CHARDULO, L. A L. Silagem de grãos úmidos. In: *Anais...* Simpósio sobre nutrição de bovinos, 7. 1999. Piracicaba, FEALQ, p.69-88, 1999.
- COSTA, C., ARRIGONI, M.D.B., SILVEIRA, A.C. Custos: silagem de grãos úmidos de milho. *Boletim do Leite*. CEPEA: FEALQ, ano 5, n. 51, p.2, 1998.
- COSTA, C., ARRIGONI, M.D.B., SILVEIRA, A.C. Silagem de grãos úmidos de milho. *Revista dos criadores*, ano XVII, n. 804, p. 334-35, 1997.
- COULON, J.B., FAVERDIN, P., LAURENT, F., et al. 1989. Influence de la nature de l'aliment concentré sur les performances des vaches laitières. INRA, *Prod. Anim.*, 2(!):47-53.
- DeBRABANDER, D.L., COTTYN, B.G., BOUCQUE, C.H.V. 1992. Substitution of concentrates by ensiled high-moisture maize grain in dairy cattle diets. *Animal Feed Sci. Technology*, 38:57-67.
- DEMARQUILLY, C. Quelles Méthodes - Pour quels objectifs? In: *Colloque maïs ensilage*, 1996. Nantes-France, p. 87-91, Nantes, 1996.
- DEMARQUILLY, C.; ANDRIEU, J. Quelques rappels sur les mesures effectuées pour connaître la valeur nutritive des ensilages de maïs. In: *Colloque maïs ensilage*, 1996. Nantes-France, p. 23 - 33, Nantes, 1996.
- FURLAN, A.C., MIKAMI, F., MOREIRA, I., et al. 1999. Uso do triticale (Xtriticosecale) na alimentação de suínos em crescimento (25 – 60 kg). *Rev. Bras. Zootec.*, 28(5):1042 – 1049.
- GARCIA, D.C., MAIER, J.C. 1995. Redução do teor de tanino no sorgo mediante moagem e armazenamento dos grãos e sua ação sobre o desempenho de pintos na fase inicial. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, 24(1):70 – 73.
- GOODRICH, R. D., BYERS, F.M., MEISKE, J.C. 1975. Influence of moisture content, processing and reconstitution on the fermentation of corn grain. *J. Anim. Sci.*, 41(3):876-881.
- HENDERSON, N. Silage additives. 1993. *Anim. Feed Sci. and Technol.*, 45(1):35-56.
- HUNTINGTON, G. B. Ruminant starch utilization progress has been extensive. *Feedstuffs*, June 6, p. 16 - 18 e 38 - 43, 1994.
- JACOB, J.P., DION, Y., FORTIN, S. et al. Récolte et conservation des grains humides. In: Conseil de Production Végétale du Québec (CPVQ), 88, 1988. *Symposium...* Québec-Canada, 1988, p. 143-148.
- JASTER, E. 1994. Fermentation principles of legume, grass forage examined. *Feedstuffs*, Minneapolis, v.12, p.14-16.
- JOBIM, C.C., MACEDO, F.A.F. de, SILVEIRA, A. 2001. Uso da silagem de grãos úmidos de milho em mistura com grãos de soja cru na alimentação de ovinos. Campus do Arenito-Universidade Estadual de Maringá, Maringá-Pr. Dados não publicados.
- JOBIM, C.C., REIS, R.A., SCHOKEN-ITURRINO, R.P. 1999. Desenvolvimento de microrganismos durante a utilização de silagens de grãos úmidos de milho e de espigas de milho sem brácteas. *Acta Scientiarum* 21(3):671-676.
- JOBIM, C.C., REIS, R.A., MARTINS, E. N., ALACALDE, C. R. 1999. Degradabilidade In situ da matéria seca e da proteína bruta de silagens da planta de milho, dos grãos úmidos e de espigas sem brácteas. *Acta Scientiarum*. 21(3):665-67.
- JOBIM, C.C., REIS, R.A., RODRIGUES, L.R.A., et al. 1997. Presença de microrganismos na silagem de grãos úmidos de milho ensilado com diferentes proporções de sabugo. *Pesq. Agropec. Bras.*, 32(2): 201-204.
- JOBIM, C.C., REIS, R.A., RODRIGUES, L.R.A. 1997. Avaliação da silagem de grãos úmidos de milho (*Zea mays* L.). *Pesq. agropec. bras.*, 32(3):311-31.
- JOBIM, C.C., REIS, R.A., ROSA, B., ANDRADE, P. 1996. Avaliação do valor nutritivo das silagens de grãos úmidos e de espigas de milho sem brácteas. *Rev. Unimar*, 18(3):545-552.

- JOBIM, C.C., REIS, R.A., RODRIGUES, L.R.A., et al. Avaliação da silagem de grãos úmidos de milho (*Zea mays* L.). In: Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 32, 1995, Brasília. *Anais...* Brasília-DF, 1995. p.82-83.
- KEPLIN, L.A.S. <http://www.correionet.com.br/~fr17/graos.htm>. 37K. Silagem de grãos úmidos, 1999 (01/08/2000).
- KOSSOSKI, A. Resultados do teste com silagem de grãos de triticales úmidos para vacas leiteiras. *Rev. Téc. Batavo*, Castro, n. 8, p. 11 – 14, 1992.
- KOTARSKI, S.F., WANISHA, R.D., THUR, K.K. 1992. Starch hydrolysis by ruminal microflora. *Journal of Nutrition*, 122:178-190.
- KIENZLE, E. 1994. Small intestinal digestion of starch in the horse. *Revue Méd. Vét.*, 145 (2): 199-201.
- KRAMER, J., VOORSLUYS, J.L. Silagem de milho úmido, uma opção para gado leiteiro. In: Simpósio Sobre Nutrição de Bovinos, 4, 1991. Piracicaba, FEALQ. *Anais...* Piracicaba-SP, 1991. p. 257-261.
- LIMA, G. J. M. M. de., SOUZA, O. W. de., BELLAVER, C., et al.. Determinação da composição química e do valor energético de silagem de grão de milho para suínos. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22., 1998, Recife, PE. Globalização e segurança alimentar. *Anais...* Recife: ABMS, 1998. p. 125-127.
- LINDGREN, S., PETTERSSON, K., KASPERSSON, A., et al., 1985. Microbial dynamics during aerobic deterioration of silages. *Journal of the Science of Food Agriculture*, 36: 765-774.
- LOPES, A. B. R., BERTO, D. A., COSTA, C. et al. Silagem de grãos úmidos de milho para suínos na fase inicial.. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 26, 1999, Porto Alegre. *Anais...*Porto Alegre: 1999. p. 124.
- LÓPEZ, J., STUMPF JÚNIOR, E. 2000. Influência do grãos de sorgo como fonte de amido em ovinos alimentados com feno – Parâmetros plasmáticos. *Rev. Bras. Zootec.*, 29(4):1183 – 1190.
- MAHANNA, B. 1994. Proper management assures high-quality silage, grains. *Feedstuffs*, Minneapolis, v.10, p.12-56.
- McDONALD, P. *The Biochemistry of silage*. Ed. John Wiley & Sons, N.Y., 1981. 207p.
- MEYER, H. 1995. *Alimentação de Cavalos*. São Paulo : Varela. 302 p.
- MYER, R.O., GORGET, D.W., COMBS, G.E. 1986. Nutritive value of high and low-tannin grain sorghums harvested and stored in the high-moisture state for growing-finishing swine. *J. Anim. Sci.*, 62(3):1290 – 1297.
- MUCK, R.E., PITT, R., E., LEIBENSPERGER, R.Y. 1991. A model of aerobic fungal growth in silage. I. Microbial characteristics. *Grass Forage Sci.*, 46(3):283-290.
- MUCK, R. E. Silage Inoculation: inoculation of silage and its effects on silage quality. In: Conference with Dairy and Forage Industries. *Proceedings...* Madison-US, 1996. p.43 - 51.
- OLIVEIRA, E. De., CODAGNONE, H.C. V., LANÇANOVA, J. A. Aveia: Silagem de grãos úmidos. *Folder de divulgação*, IAPAR, 2001.
- PIONEER. *Silagem de grãos úmidos de milho*. Santa Cruz do Sul, 2000. 31 p.
- PETIT, V. H., SANTOS, G. T. dos. 1996. Milk yield and composition of dairy cows fed concentrate based on high moisture wheat ou high moisture corn. *J. Dairy Sci.*, 79(12):2292-2296.
- PILLINER, S. 1992. *Nutrición y Alimentación del Caballo*. Espanã: Acribia S.A. 207p.
- PITT, R. E., MUCK, R.E., PICKERING, N.B. 1991. A model of aerobic fungal growth in silage. 2. Aerobic stability. *Grass Forage Sci.*, 46(3):301-312.
- PHILLIP, L.E., FELLNER, V. 1992. Effects of bacterial inoculation of high-moisture ear corn on its aerobic stability, digestion, and utilization for growth by beef steers. *J. Anim. Sci.*, 70(10):3178-3187.
- PHILIPPEAU, C., CHAMPION, M., SIMAS, J.M. Processamento de grãos para rações de vacas leiteiras. In: Peixoto et al. (1997). Simpósio sobre produção animal. *Anais...* Piracicaba, 1997. p. 7-32.
- PHILIPPEAU, C., CHAMPION, M., MICHALET-DOREAU, B. Influence du genotype et du stade de maturite sur la digestion ruminale de l'amidon de mais recolte au stade ensilage. In: Symposium on Silage maize, 1996, Nantes. *Annales...* Nantes, 1996. p.379-380.
- PRADO, I. N., NASCIMENTO, W. G., ZEOULA, L.M., et al. 2000. Níveis de triticales em substituição ao milho no desempenho zootécnico e digestibilidade aparente de novilhas Nelore confinadas. *Rev. Bras. Zootec.*, 29(5):1545 – 1552.
- REIS, W., JOBIM, C.C., MACEDO, A.F. de. 2001. Características da carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo grãos de milho conservados em diferentes formas. *Rev. Bras. Zootec.* 30(4):1308-1315.
- REIS, W., JOBIM, C.C., MARTINS, E. N., et al. 2001. Desempenho de Cordeiros Terminados em Confinamento, Consumindo Silagens de Grãos Úmidos de Milho e de Grãos de Milho Hidratados. *Rev. Bras. Zootec.* 30(2):525-532.
- ROBINSON, P.H., KENNELLY, J.J. 1989. Influence of ammoniation high-moisture barley on digestibility, kinetics of rumen ingesta turnover, and milk production in dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.*, 69:195.
- ROMERO, L.A., DIAZ, M.C., BRUNO, O.A., et al. 1996. Silaje de grano húmedo de maiz y sorgo en la alimentación de vacas lecheras. INTA. EEA. Rafaela, *Infór. Téc.*, nº 110, 2p.
- ROONEY, L.W., PFLUGFELDER, R.L.R. 1986. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. *J. Anim. Sci.* 63:1607-1623.
- ROTZ, C.A., MUCK, R.E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: National Conference on Forage Quality, Evaluation, and Uti-

- lization Held at The University of Nebraska, 1994, Lincoln, p.828-868, 1994.
- RUIZ, R.L., MUNARI, D.P. Microbiologia da silagem. In: *Microbiologia Zootecnica*. Ed. Roca, São Paulo, 1992. p.97-122.
- SANTOS, C.P. *Silagem de grãos úmidos de milho na alimentação de eqüinos*. Dissertação de Mestrado em Zootecnia, UEM, Maringá-PR, 2000, 42 p.
- SCAPINELLO, C., TAFURI, M.L., ROSTAGNO, H.S., et al. 1995. Valor nutritivo do milho, do farelo de soja e do feno de aveia para coelhos em crescimento. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 24(6):1001-1007.
- SIMAS, J.M. Processamento de grãos para rações de vacas leiteiras. In: *Anais... Simpósio Sobre Produção Animal*, 9, 1996. Piracicaba, FEALQ, 1997. p. 7-32.
- THEURER, C.B., HUBER, J.T., DELGADO-ELARDUY, WANDERLEY, R. 1999. Invited Review. Summary of Steam-flaking corn and sorghum grain for lactating dairy cows. *J. Dairy Science* 82:1950-1959.
- VAN SOEST, P.J. 1994. *Nutritional Ecology of The Ruminant*. Cornell University Press. 2<sup>o</sup> ed., 476p.
- VILLAMIDE, M.J., MAERTENS, L., BLAS C. de, et al. 1998. Feed Evaluation. p.89-101. In: BLAS, C.de, WISEMAN, J. *The Nutrition of the rabbit*. CABI Publishing, New York. 344p.
- WHITAKER, H.M.A., CARVALHO, R.L. 1997. Substituição do milho pelo sorgo em rações para eqüinos. *Rev. Bras. Zootec.*, 26(1):139 – 143.
- WOOLFORD, M.K.A 1990. Review. The detrimental effects of air on silage. *J. Appl. Bacteriol.*, 68(1):101-116. WOLTER, R. 1977. *Alimentación del caballo*. Zaragoza: Acribia, 172 p.

## UTILIZAÇÃO DE SILAGEM DE GIRASSOL NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

Antônio Ricardo Evangelista<sup>1</sup>  
Josiane Aparecida de Lima<sup>2</sup>

### INTRODUÇÃO

Um dos problemas da pecuária no Brasil é a sazonalidade de produção de forrageiras ao longo do ano, levando a períodos de grande produção, seguidos de escassez. Assim, para evitar a falta de alimento volumoso na época seca, são propostos métodos de conservação, sendo a ensilagem o mais utilizado.

Para produção de silagem, pode-se utilizar uma grande variedade de gramíneas e leguminosas. Entre a gramíneas, o milho geralmente produz silagem bem preservada, devido aos elevados teores de matéria seca e de carboidratos solúveis e à baixa capacidade tamponante. Embora seja considerada silagem-padrão, sua produção e qualidade são incertas por serem muito influenciadas pela disponibilidade hídrica. Quanto ao sorgo, geralmente apresenta produções mais elevadas que o milho, principalmente em regiões onde freqüentemente ocorrem deficiências hídricas. Embora o sorgo seja uma opção para essa situação, são necessárias outras opções de forrageiras que completem o ciclo, exigindo menores precipitações e, dentre as forrageiras com maior tolerância ao estresse hídrico, o girassol se apresenta bastante apto a esse tipo de situação.

O girassol é caracterizado por apresentar maior resistência ao frio e ao calor que a maioria das culturas, além de apresentar ampla adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas. Sua capacidade de extrair água disponível na camada de zero a dois metros de profundidade foi estimada em aproximadamente 92%, contra 64% do sorgo (Bremner *et al.*, 1986), sendo capaz de tolerar períodos secos e produzir grande quantidade de matéria seca (Sheaffer *et al.*, 1977). Graças a essas características, o girassol se destaca como nova opção nos sistemas de rotação

<sup>1</sup> Prof. Titular do Departamento de Zootecnia /UFLA - Lavras-MG. E-mail: aricardo@ufla.br  
<sup>2</sup> Pesquisadora UFLA/FAPEMIG - Lavras-MG. E-mail: jlma@ufla.br

e sucessão de culturas (Castro *et al.*, 1993). Assim, o uso do girassol na alimentação animal sob a forma de silagem tem surgido como boa alternativa para o Brasil devido aos períodos de déficit hídrico, que impossibilitam a produção de alimentos volumosos de boa qualidade e, conseqüentemente, a manutenção da produção animal todo o ano. Entretanto, pouco se conhece sobre o seu potencial forrageiro e o valor nutritivo de sua silagem, mas em 1975, Tosi *et al.* já mencionavam: “alguns criadores, percebendo o potencial de produção do girassol em nossas condições, anteciparam-se aos órgãos oficiais de pesquisa e estão produzindo e utilizando silagem de girassol, sem contudo, terem conhecimento de seu valor nutritivo”.

Objetivou-se, com essa revisão, traçar um perfil do comportamento do girassol armazenado na forma de silagem e evidenciar o seu potencial para utilização na alimentação animal, visando, assim, a sua utilização com segurança e eficiência na sustentabilidade do sistema de produção.

#### Algumas características do girassol

- ◆ Origem: Continente norte-americano
- ◆ Dicotiledônea anual
- ◆ Ordem *Synandrales*
- ◆ Família *Compositae*
- ◆ Gênero *Helianthus*
- ◆ Espécie *Helianthus annuus*

O girassol apresenta sistema radicular com raiz principal pivotante (Castiglioni *et al.*, 1994), mas baixa capacidade de penetração; contudo, na ausência de obstáculos, pode explorar o solo em profundidades superiores a um metro, conferindo-lhe maior reciclagem de nutrientes (Castro *et al.*, 1996) e maior resistência à seca e ao tombamento (Kakida *et al.*, 1981). A inflorescência é do tipo capítulo (Castiglioni *et al.*, 1994), com diâmetro de 6 a 50 cm, que contém de 100 a 8.000 flores (Frank e Szabo, 1989 citados por Castiglioni *et al.*, 1994). A inflorescência pode ter formação plana, convexa ou côncava, com flores que desenvolvem do exterior para o interior do capítulo e dão origem aos frutos (Castro *et al.*, 1996).

As sementes são do tipo aquênio, constituído pelo pericarpo (casca) e pela semente propriamente dita (amêndoas), de tamanho, cor e teor de

óleo variáveis (30 a 48% de óleo) dependendo do cultivar (Kakida *et al.*, 1981), e o número mais freqüente de aquênios pode oscilar de 800 a 1.700, por capítulo (Castro *et al.*, 1996 b).

O caule é robusto, ereto, provido ou não de pêlos e geralmente sem ramificações, e as folhas são alternadas, pecioladas com grande variação de número (8 a 70), forma e tamanho (Frank e Szabo, 1989 citados por Castiglioni *et al.*, 1994).

Essa espécie apresenta polinização cruzada feita basicamente por entomofilia, por ação principalmente de abelhas e, em menor escala, por outros insetos (Kakida *et al.*, 1981). Conforme Castro *et al.* (1996 b), atualmente alguns cultivares têm alto grau de autocompatibilidade, reproduzindo-se mesmo na ausência de insetos.

A duração do ciclo de produção do girassol para ensilagem varia de 90 a 130 dias para os cultivares precoces e tardios, respectivamente.

#### Rendimento da cultura

Tanto os cultivares de girassol desenvolvidos para a produção de óleo, quanto os cultivares com sementes não oleosas, chamados de “confectinary varieties” são utilizados para produção de silagem, sendo observado por Sheaffer *et al.* (1977), maior produção de matéria seca (Tabela 1) e, geralmente, mais baixa qualidade da forragem oriunda de materiais com sementes não oleosas.

TABELA 1. Produtividade de alguns cultivares de girassol

Cultivar	Produtividade (t.MS/ha)
<b>Oleoso</b>	
Peredovic	6,70
<b>Não oleoso</b>	
Iosanka	5,94
Mingren	6,64
Greystriep	8,29

Adaptado: Sheaffer (1977).

Segundo Tosi *et al.* (1975), as produções estimadas de matéria seca dessa espécie variam de 4,43 a 5,88 t./ha. Esses autores consideram essa uma baixa produção e a atribuem aos baixos teores de matéria seca da

forragem (15 a 23%). Por outro lado, Câmara *et al.* (1999) observaram produções do girassol no período da 'safrinha' oscilando entre 12 a 48 t./ha de matéria natural ou, aproximadamente, 4 a 11 t./ha de matéria seca para colheitas em estágio de completa maturação da planta. Assim, deve-se considerar que a produção de matéria seca do girassol é influenciada pela densidade de semeadura, idade de colheita e pelo cultivar (Tabelas 2, 3 e 4).

TABELA 2. Produtividade de matéria seca (t.MS/ha) de girassol em função da densidade de semeadura

Densidade de Semeadura (Plantas/ha)	Produtividade (MS t./ha)
27.200	8,21
30.000	5,32
44.000	8,73
50.000	7,82
70.000	10,76
88.000	11,08

Adaptado: Silva *et al.* (1998) e Arkel (1978).

TABELA 3. Rendimento de matéria seca (t./ha) de alguns cultivares de girassol em duas densidades de semeadura

Cultivares	Densidade (Plantas/ha)		Média
	40.000	60.000	
M92007	10,66	11,89	11,27
M 742	8,37	9,55	8,96
V 2000	4,37	5,40	4,88
DK 180	7,72	8,54	8,13
DK 4040	8,90	9,04	8,97
C - 11	8,82	8,92	8,87
Média	8,17	8,87	8,51

Fonte: Rezende (2001).

TABELA 4. Produção de matéria seca (t./ha) em função da idade de colheita e densidade de semeadura

Idade de colheita (Dias)	Densidade de semeadura (Plantas/ha)	
	40.000	60.000
95	8,38 Aa	8,11 Ba
110	7,94 Ab	9,62 Aa

Médias com letras diferentes, minúsculas na linha e maiúscula na coluna, diferem entre si.  
Fonte: Rezende (2001).

A menor produção do cultivar V 2000 (Tabela 3) em relação aos demais, segundo Rezende (2001), deveu-se ao menor vigor genético e à mais baixa resistência desse cultivar às principais doenças que afetam o girassol. O autor observou também menor altura de planta no cultivar V 2000 (1,45 m) em relação à altura média dos demais cultivares (1,83 m), o que pode ter contribuído para menor produção desse cultivar.

A densidade de semeadura do girassol é decisiva no rendimento da cultura; porém, a idade de colheita é outro fator que deve ser considerado (Tabela 4). A maior produção de matéria seca na densidade de 60.000 plantas/ha, colhidas aos 110 dias, pode ser explicada pelo aumento na participação de caules na composição total da planta.

Quanto ao cultivo do girassol na entressafra, esse tem baixos riscos em consequência da tolerância da espécie à seca e ao frio. Essa prática possibilita obter melhor aproveitamento da terra que fica ociosa após a colheita de cereais e é uma opção para maximizar a produção de volumoso. Conforme Gonçalves *et al.* (1996), o cultivo do girassol, após a retirada da cultura de verão, com semeadura a partir de fevereiro, é uma opção viável para a produção de forragem nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste do País e Castro *et al.* (1996) mencionam que nos sistemas já implantados existem espaços físicos, temporais e, ou agrônômicos que podem ser ocupados pelo girassol no estabelecimento de sistemas mais diversificados. Na Tabela 5 pode-se observar a produção de matéria seca do girassol em função da densidade de semeadura e da idade de colheita, em plantio de entressafra.

TABELA 5. Produção de matéria seca (t./ha) do girassol em função da densidade de semeadura e da idade de colheita

Idade de colheita (Dias)	Densidade de semeadura (Plantas/ha)		Média
	40.000	60.000	
95	7,83	7,90	7,86 A
110	6,53	7,90	7,90 A
125	5,57	6,43	6,00 B
Média	6,64 b	7,41 a	

Médias com letras diferentes, minúsculas nas linhas e maiúsculas na coluna, diferem entre si.  
Fonte: Rezende (2001).

Os componentes de maior participação na produção de massa do girassol são o caule e o capítulo, os quais estão condicionados ao número de plantas por unidade de área (Tabela 6), ocorrendo diferenças na participação desses componentes em função do cultivar (Tabela 7).

TABELA 6. Produção de matéria seca e composição morfológica do girassol cv. Argentário 067

Parâmetros	Densidade de semeadura (Plantas/ha)		
	27.200	44.000	88.000
Produção de matéria seca (t/ha)	8,21	8,73	11,08
<b>Composição morfológica</b>			
Folhas (%)	28,90	22,70	21,20
Caule (%)	38,50	47,50	53,50
Capítulos (%)	32,60	30,10	25,30

Adaptado: Arkel (1978).

TABELA 7. Percentagens de caule, folhas e capítulo no peso da matéria natural (MN) das plantas

Cultivar <sup>1</sup>	Caule	Folhas		Capítulo
		(% da MN)		
AS 243	40,79	12,77	46,43	
AS 603	37,27	16,46	46,26	
Cargill 11	42,36	7,92	49,72	
Contiflor 3	32,34	19,96	51,71	
Contiflor 7	37,87	10,73	51,40	
DK 180	41,17	10,48	48,25	
M 734	38,55	8,13	53,32	
M 737	34,26	12,77	52,96	
M 738	40,53	7,53	51,94	
M 742	34,12	12,22	53,65	
Rumbosol 90	41,97	12,78	45,25	
Rumbosol 91	34,61	18,56	46,83	
V 2000	42,41	9,50	48,09	
Média geral	38,34	11,99	49,68	

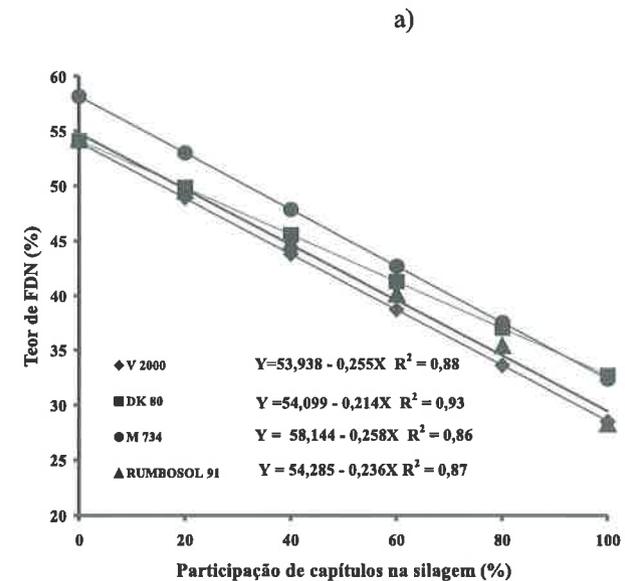
Fonte: Tomich (1999).

Pelos dados de Tomich (1999), observa-se que em todos os cultivares o capítulo contribuiu com maior proporção em relação às demais partes da planta, e a média geral foi de 49,68%. Sintetizando as informações disponíveis na literatura, tem-se que a produção de matéria seca do girassol é influenciada pela densidade de semeadura, pelo cultivar e pelo estágio de desenvolvimento fenológico. Em geral, observa-se aumento na produção de matéria seca da cultura do girassol em densidades mais elevadas.

### POTENCIALIDADE DO GIRASSOL PARA PRODUÇÃO DE SILAGEM

Os primeiros resultados de pesquisa sobre a qualidade da silagem de girassol vêm comprovando o potencial da cultura; porém, alguns

parâmetros qualitativos de avaliação de silagens vêm mostrando divergências quando comparados aos valores indicados para o milho, sorgo ou capim-elefante. A planta de milho ideal para ensilagem deve conter cerca de 16% de folhas, de 20 a 23% de colmo e de 64 a 65% de espigas (Keplin, 1992 citado por Nussio, 1992), estando a qualidade de sua silagem relacionada à participação de grãos na massa a ser ensilada. Para o girassol, ainda são necessários estudos para se definir qual a percentagem ideal das diversas partes da planta necessária para obtenção de silagem de boa qualidade. Por esse fato, sugere-se que, para a classificação da qualidade da silagem de girassol, seja desenvolvida uma tabela específica para que esses parâmetros sejam estabelecidos. Nesse sentido, Nogueira *et al.* (2001) determinaram a composição química e o valor nutritivo da silagem com plantas integrais e com diferentes proporções entre as partes que compõem a planta, ou seja, folhas, hastes e capítulos de quatro cultivares de girassol. Os autores observaram que com o aumento da participação percentual de capítulos nas silagens, houve redução dos constituintes fibrosos (Figura 1) e dos valores de pH (Figura 2) e aumento dos teores de proteína bruta (Figura 3). Os melhores resultados foram observados nos tratamentos que continham 100% de capítulos.



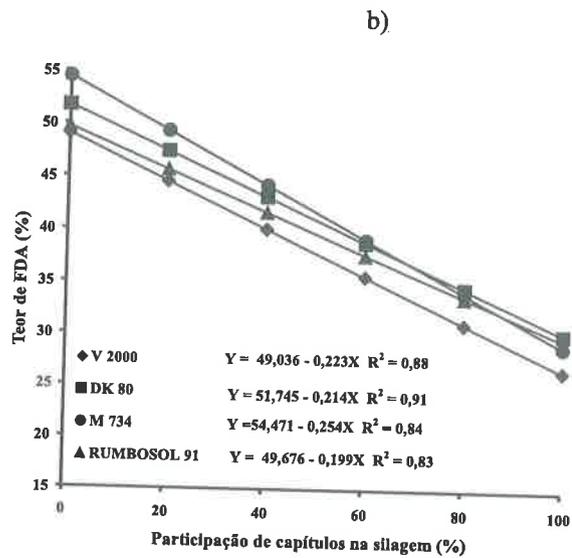


FIGURA 1. Teores de fibra em detergente neutro (FDN) (a) e fibra em detergente ácido (FDA) (b) de silagens de girassol contendo diferentes percentuais de capítulos.  
Fonte: Nogueira *et al.* (2001).

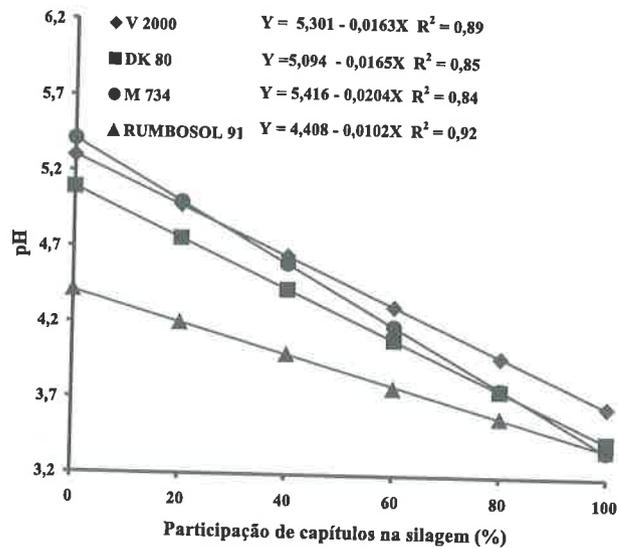


FIGURA 2. Valores de pH de silagens de girassol contendo diferentes percentuais de capítulos.  
Fonte: Nogueira *et al.* (2001).

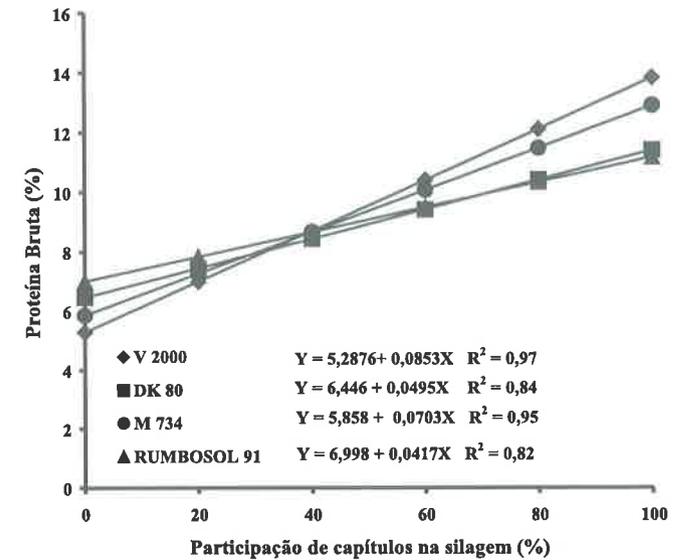


FIGURA 3. Teores proteína bruta (%) de silagens de girassol contendo diferentes percentuais de capítulos.  
Fonte: Nogueira *et al.* (2001).

Para boa preservação de uma forragem na forma de silagem, suas principais características devem ser:

- ◆ Teor ideal de matéria seca
- ◆ Teor ideal de substrato fermentável na forma de carboidrato solúvel
- ◆ Baixa capacidade-tampão

### Matéria Seca

Vários fatores contribuem para obtenção de silagem de boa qualidade; porém, o teor de matéria seca desempenha um papel fundamental, quer seja aumentando a concentração de nutrientes, quer seja contribuindo para o aumento do consumo da silagem realizado pelo animal. Assim, no tocante à forragem, o teor de matéria seca no momento da ensilagem é um dos fatores mais importantes que determinará a qualidade da fermentação

e, conseqüentemente, da silagem.

O baixo teor de matéria seca (Tabela 8) tem sido apontado como uma das principais limitações para ensilar o girassol, e deve-se considerar que a elevada umidade da forragem ensilada resulta na produção excessiva de efluentes, que não apenas dificultam o manejo, mas também carregam, em solução, nutrientes de alta digestibilidade e compostos fundamentais para que ocorra boa fermentação da forragem.

TABELA 8. Teores médios de matéria seca de silagens de girassol

Idade de colheita (dias) ou características da planta	Teor de matéria seca da silagem (%)	Fonte
94 dias	15,43 a 16,98	
129 dias	23,55	Tosi <i>et al.</i> (1975)
90 dias	30,60	Tosi <i>et al.</i> (1975)
90 dias	32,40	McGuffey e Schingoethe (1980)
Face posterior do capítulo de coloração amarela, brácteas marrons e algumas folhas secas	25,20	Schingoethe <i>et al.</i> (1980)
Face posterior do capítulo de coloração amarela, brácteas marrons e algumas folhas secas	25,30	Sneddon <i>et al.</i> (1981)
Grãos duros	22,80	Thomas <i>et al.</i> (1982 a)
Receptáculos de coloração amarela	24,53 a 25,59	Valdez <i>et al.</i> (1988 a)
90 dias	30,10	Henrique <i>et al.</i> (1998 a)
121 dias	30,20 a 35,70	Almeida <i>et al.</i> (1995)
95 dias	20,89 a 25,70	Silva <i>et al.</i> (1998)
110 dias	30,12 a 47,81	Rezende <i>et al.</i> (2001)
-	22,60 a 37,70	Rezende <i>et al.</i> (2001)
99 dias	17,46	Jayme <i>et al.</i> (2001)
100 dias após emergência	18,06	Rodrigues <i>et al.</i> (2001)
Receptáculos voltados para baixo com a parte dorsal na coloração amarelo-escura	21,98	Ramos <i>et al.</i> (2001)
		Bueno <i>et al.</i> (2001)

O girassol é composto de uma estrutura tecidual que armazena grandes quantidades de umidade. Essa é uma característica que pode comprometer a qualidade da silagem, pois forragens com baixos teores de matéria seca não apresentam fermentação láctica adequada, permitindo, assim, a formação de ácido butírico (Ramos *et al.*, 2001). A umidade retida nos caules, mesmo em estádios de maturidade avançada da cultura, quando a planta apresenta uma grande percentagem de senescência das folhas e os aquênios estão maduros, é responsabilizada pela baixa percentagem de matéria seca constatada nas silagens de girassol. Tomich (1999) estudando a qualidade das silagens de alguns cultivares de girassol, observou que quando a colheita é realizada com mais de 90% dos grãos maduros, determinadas partes da planta, em alguns cultivares, e os receptáculos de

todos os cultivares estudados, ainda apresentavam elevado teor de umidade (Tabela 9). Conforme Castiglioni *et al.* (1994), as condições climáticas e o genótipo determinam o período necessário para que ocorra a perda de água pelos aquênios, até o ponto correto para a colheita de grãos, e os materiais com receptáculo de espessura reduzida apresentam maior facilidade para perder água. Assim, o baixo teor de matéria seca observado nas silagens de girassol pode estar relacionado a colheitas precoces e à utilização de cultivares que mantêm o alto teor de umidade em determinada porção da planta, mesmo após o período de maturação fisiológica.

TABELA 9. Teor de matéria seca de caules, folhas, receptáculos, aquênios e capítulos das plantas de girassol

Cultivar <sup>1</sup>	Teor de matéria Seca (%)				
	Caule	Folhas	Receptáculos	Aquênios	Capítulo
AS 243	20,48	38,70	11,15	57,88	23,78
AS 603	20,78	29,25	12,18	59,13	23,88
Cargill 11	26,50	79,80	13,15	60,78	31,25
Contiflor 3	23,20	33,85	10,43	65,15	25,63
Contiflor 7	28,13	66,93	12,03	69,93	29,88
DK 180	22,90	54,88	13,93	67,15	24,80
M 734	26,75	73,33	13,70	73,90	28,43
M 737	20,78	28,38	8,03	56,80	21,28
M 738	25,93	80,13	12,38	70,53	32,08
M 742	25,20	38,78	12,85	66,75	25,25
Rumbosol 90	25,53	53,50	10,38	58,58	23,05
Rumbosol 91	29,30	34,95	11,55	53,45	20,28
V 2000	19,10	36,03	12,90	72,08	24,73
Média geral	24,20	49,88	11,82	64,01	25,71

Fonte: Tomich (1999).

Em média, quando a colheita do girassol é realizada com 90% dos grãos maduros, os diferentes cultivares de girassol têm resultado em silagens cujo teor de matéria seca gira em torno de 25% (Tabela 10).

O teor de matéria seca tem importância fundamental sobre a qualidade da silagem. Entretanto, recomendações para ensilagem em dias após o plantio ou emergência, como ocorre com o milho ou o sorgo, não se aplicam ao girassol, uma vez que o teor de matéria seca da planta é variável conforme o estágio de desenvolvimento da cultura, do cultivar e das condições de cultivo.

TABELA 10. Teores de matérias seca dos materiais originais e das silagens de alguns cultivares de girassol

Cultivar	Teor de MS (%)	
	Material Original	Silagem
AS 243	23,13	21,66
AS 603	22,78	21,91
Cargill 11	34,76	32,17
Contiflor 3	24,60	22,98
Contiflor 7	33,83	31,19
DK 180	27,78	26,02
M 734	28,90	26,25
M 737	20,91	19,75
M 738	29,91	27,22
M 742	25,33	23,47
Rumbosol 90	29,71	26,77
Rumbosol 91	26,69	23,53
V 2000	26,41	25,76
Média geral	27,29	25,28

Fonte: Tomich (1999).

Na literatura são encontradas diversas recomendações quanto à época de colheita do girassol para produção de silagem, ou seja, durante toda a floração (Schuster, 1955), final da floração (Cotte, 1959, Tan e Tumer, 1996), entre 125-130 dias após sementeira, com no mínimo 90% dos grãos do capítulo já maduros, no estágio farináceo e quando a planta se apresenta com a cor pardacenta (Castro *et al.*, 1996). Para Pereira *et al.* (1999), o momento ideal de colheita do girassol para ensilar é na maturidade fisiológica das plantas (Fase R<sub>9</sub>), quando a parte vegetativa está completamente madura, as brácteas estão amarelas a castanhas e as folhas murchas ou secas. Portanto, não somente a contagem dos dias após a sementeira, estágio de desenvolvimento da cultura, cultivar e condições de cultivo devem ser levados em consideração para se determinar o ponto de colheita do girassol, mas também é fundamental a observação visual quanto às características relacionadas por Pereira *et al.* (1999).

### Carboidratos solúveis

Os carboidratos solúveis são o mais importante substrato para boa fermentação da forragem. Segundo Haigh (1990), o conteúdo de

carboidratos solúveis de uma forrageira é considerado como um parâmetro indicador da qualidade da forragem para ensilagem, sendo necessária uma concentração mínima de 2,5 a 3,0% na matéria seca. Porém, existe uma relação inversa entre necessidade de carboidratos solúveis e teor de matéria seca do material para que se tenha uma fermentação adequada (Figura 4).

Por meio da Figura 4 observa-se que se o teor de matéria seca da forragem for baixo, para se obter silagem de boa qualidade, é necessário que a relação carboidrato solúvel:capacidade tampão seja elevada. Por outro lado, conforme Muck (1988), a quantidade de substrato necessária para uma boa fermentação láctica aumenta com a capacidade tamponante da forragem; enquanto a disponibilidade deste substrato depende do grau de laceração da forragem e da liberação da seiva, sendo esta fermentação estimulada em silagens melhor fragmentadas (McDonald *et al.*, 1991).

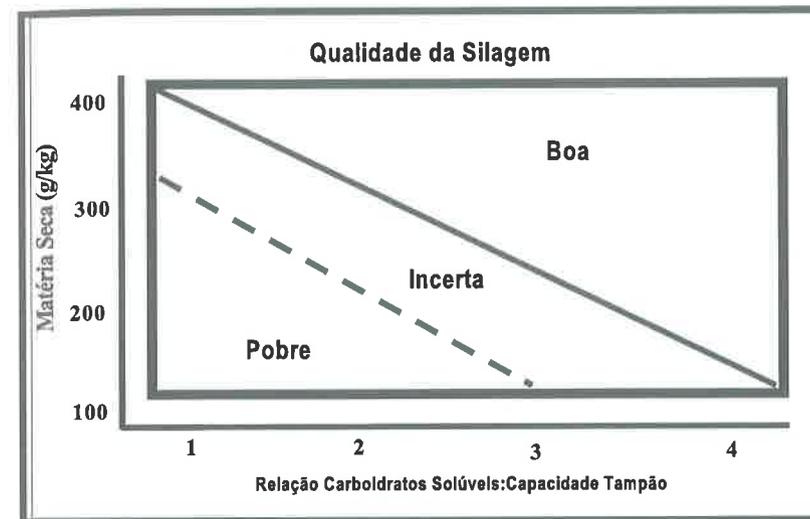


FIGURA 4. Relação entre teor de matéria seca e proporção carboidratos solúveis:capacidade tampão e seus efeitos na qualidade final das silagens.

Fonte: Weissbach *et al.*, citados por Woolford (1984).

Segundo McDonald *et al.* (1981), o girassol apresenta níveis satisfatórios de carboidratos solúveis para sua preservação na forma de silagem. Na Tabela 11 observa-se o teor de carboidratos solúveis do material original e das respectivas silagens de alguns cultivares de girassol. Por esses

dados, observa-se que os teores de carboidratos solúveis das silagens são baixos, evidentemente em função do consumo durante o processo fermentativo, uma vez que os materiais originais apresentaram valores bem superiores às silagens. Vale ressaltar também que ocorre diferença marcante

TABELA 11. Percentagem de carboidratos solúveis (%MS) em materiais originais e em silagens de alguns cultivares de girassol

Cultivar	Material original	Silagem
	(%MS)	
AS 243 <sup>1</sup>	2,39	0,31
AS 603 <sup>1</sup>	3,28	0,27
Cargill 11 <sup>1</sup>	1,20	0,12
Contiflor 3 <sup>1</sup>	2,37	0,22
Contiflor 7 <sup>1</sup>	2,31	0,16
DK 180 <sup>1</sup>	3,40	0,27
M 734 <sup>1</sup>	3,69	0,51
M 737 <sup>1</sup>	4,38	0,28
M 738 <sup>1</sup>	2,36	0,48
M 742 <sup>1</sup>	2,51	0,44
Rumbosol 90 <sup>1</sup>	2,11	0,51
Rumbosol 91 <sup>1</sup>	6,09	0,29
V 2000 <sup>1</sup>	1,03	0,14
DK 180 <sup>2</sup>	4,60	0,11
M 734 <sup>2</sup>	5,51	0,09
V 2000 <sup>2</sup>	1,78	0,10
Rumbosol 91 <sup>2</sup>	3,02	0,14
Média	3,06	0,26

Adaptado: <sup>1</sup>Tomich (1999) e <sup>2</sup>Stehling (2001).

TABELA 12. Percentagem de carboidratos solúveis na matéria seca do material original e das silagens oriundas de cinco cultivares de girassol avaliados em diferentes intervalos durante o processo fermentativo

Tempo de fermentação (dias)	Cultivar					Média
	Contiflor 3	M 742	AS 243	AS 603	M 737	
0*	2,37 Ca	2,52 Ca	2,39 Ca	3,28 Ba	4,39 Aa	2,99 a
1	1,53 Bb	1,05 Cb	1,11 Cb	1,44 Bb	2,01 Ab	1,43 b
3	0,31 Bc	0,33 Bc	0,43 Bc	0,33 Bc	0,74 Ac	0,43 c
5	0,26 Ac	0,19 Ac	0,15 Ac	0,19 Ac	0,21 Ad	0,20 d
7	0,23 Ac	0,15 Ac	0,16 Ac	0,18 Ac	0,17 Ad	0,18 d
14	0,13 Ac	0,12 Ac	0,12 Ac	0,16 Ac	0,15 Ad	0,13 d
28	0,13 Ac	0,15 Ac	0,16 Ac	0,18 Ac	0,15 Ad	0,15 d
56	0,22 Ac	0,42 Ac	0,20 Ac	0,16 Ac	0,19 Ad	0,23 d
Média:Cultivar	0,65 C	0,61 C	0,59 C	0,74 B	1,00 A	0,72

\*Material original - não foi submetido a tratamento.

Médias com letras maiúsculas repetidas em uma mesma linha não diferem entre si.

Médias com letras minúsculas repetidas em uma mesma coluna não diferem entre si.

Fonte: Freire (2001).

no teor de carboidratos solúveis entre os cultivares.

A média observada para os materiais originais (3,06%) se adequa ao relatado por Haigh (1990), que considera uma concentração mínima de 2,5 a 3,0% de carboidratos solúveis para que não ocorra fermentação clostridiana na massa ensilada. Portanto, pela Tabela 12, depreende-se que embora baixos, os teores de carboidratos solúveis do girassol são suficientes para produções adequadas de ácido láctico e, conseqüentemente, fermentação adequada da massa ensilada.

Freire (2001), avaliando o padrão de fermentação das silagens de cinco cultivares de girassol, avaliados em diferentes intervalos durante o processo fermentativo (Tabela 12), observou decréscimos nos teores de carboidratos solúveis com o transcorrer da fermentação. O autor observou que o consumo de carboidratos solúveis é mais intenso até o terceiro dia de fermentação, após esse período, não foram mais observadas diferenças marcantes. A partir do quinto dia de abertura dos silos, não foram observadas diferenças entre os percentuais de carboidratos solúveis entre os cultivares de girassol. Independente do teor de carboidratos solúveis do material original, a redução no primeiro dia de fermentação foi cerca de 50%, indicando uma atividade microbiana desde o início do processo fermentativo.

### Capacidade-tampão

A capacidade-tampão é determinada pela quantidade de ácido requerida para baixar o pH da forragem no interior do silo a um nível estável. Assim, a resistência à alteração do pH durante o processo de fermentação é devida à capacidade de tamponamento da planta, que é característica de cada forrageira e se altera com os seus estádios de maturação (Moisio e Heikonen, 1994). O poder de tamponamento de forrageiras é exercido por bases inorgânicas de potássio e cálcio, proteína, aminoácidos livres e por sua capacidade de produção de amônia (Van Soest, 1994). Aminoácidos básicos, aminas e amônia, produtos finais da degradação de proteína, impedem a rápida queda do pH da massa ensilada (McKersie, 1985). Dessa forma, o pH da silagem é influenciado pela relação carboidrato solúvel:proteína da forragem (Van Soest, 1994).

Tosi *et al.* (1975) observaram valores excessivamente elevados no poder de tamponamento ao ácido clorídrico, para o girassol em relação ao milho, observando valores de 51,20 e 22,63 mg de HCl/100 g MS,

respectivamente, concluindo que as silagens dos materiais de girassol estudados apresentaram grande resistência ao abaixamento do pH, mesmo na presença de altos teores de ácido láctico.

### CLASSIFICAÇÃO DA SILAGEM DE GIRASSOL

Normalmente, os critérios utilizados para classificação de silagens abrangem os valores de pH, os ácidos orgânicos e o nitrogênio amoniacal como percentagem do nitrogênio total (Vilela, 1998). A inclusão da digestibilidade *in vitro* da matéria seca para a classificação de silagens deve-se à sua correlação com a ingestão de matéria seca, além de ser um bom parâmetro de avaliação do valor energético da forragem (Nogueira, 1995).

#### Valores de pH

A preservação da forragem na forma de silagem é baseada no processo de conservação em ácido, em que um rápido decréscimo do pH leva à redução da atividade proteolítica, mediada por enzimas da própria planta, e faz cessar o crescimento de microrganismos anaeróbios indesejáveis, em especial enterobactérias e clostrídeos (Muck e Bolsen, 1991). Geralmente, um baixo pH final não garante que a atividade clostridiana foi prevenida durante o processo de fermentação. Para que isso ocorra, é necessário que a redução do pH seja rapidamente atingida. Na Tabela 13 podem ser observados os valores de pH das silagens de girassol em diferentes dias de abertura dos silos. Observa-se queda mais acentuada

TABELA 13. Valores de pH das silagens oriundas de cinco cultivares de girassol em diferentes intervalos durante o processo fermentativo

Período de fermentação (dias)	Cultivar					
	Contiflor 3	M 742	AS 243	AS 603	M 737	Média
1	5,70Da	6,25Ba	6,00Ca	6,45Aa	5,70Da	6,02a
3	4,80Ab	4,70Abc	4,80Ab	4,70Abb	4,60Bb	4,72b
5	4,60Ac	4,60Ac	4,70Abc	4,60Ab	4,30Bc	4,56d
7	4,60Bc	4,85Ab	4,70Bbc	4,60Bb	4,35Cc	4,62c
14	4,40Bd	4,35Bd	4,75Abc	4,40Bc	4,10Cd	4,40e
28	4,40Ad	4,35Ad	4,50Ad	4,40Ac	3,95Be	4,32f
56	4,50ABcd	4,40Bd	4,60Acd	4,40Bc	4,10Cd	4,40e
Média:Cultivar	4,71C	4,79B	4,86A	4,79B	4,44D	4,72

Médias com letras maiúsculas repetidas em uma mesma linha não diferem entre si.  
Médias com letras minúsculas repetidas em uma mesma coluna não diferem entre si.  
Fonte: Freire (2001).

até o terceiro dia de abertura dos silos, com tendência à estabilidade no 14º dia. Normalmente, ocorre estabilidade do pH, conforme McDonald *et al.* (1991), antes do décimo dia de ensilagem, quando se trabalha com forrageira que apresenta altos teores de açúcar e baixos teores de proteína.

Silagens com desenvolvimento clostridiano significativo são caracterizadas por alto pH final, altos teores de amônia e ácido butírico, resultando em forragem mal preservada, com baixo consumo e também baixa utilização do nitrogênio pelos animais (Leibensperger e Pitt, 1987). Conforme Van Soest (1994), um critério simples para avaliar qualidade das silagens é a associação dos valores de pH ao teor de matéria seca, e em silagens com alto teor de matéria seca, o valor de pH é menos importante, podendo-se obter silagem de boa qualidade, mesmo com valores de pH mais altos.

Os valores de pH das silagens de girassol podem ser considerados

TABELA 14. Parâmetros qualitativos da silagem de alguns cultivares de girassol

Cultivares	pH	N-NH <sub>3</sub>	DIVMS	Ácidos (%MS)		
				Ácido láctico	Ácido acético	Ácido butírico
AS 243 <sup>1</sup>	4,47	10,04	47,09	7,78	2,53	0,00
AS 603 <sup>1</sup>	4,37	7,97	51,13	9,65	1,89	0,00
Cargill 11 <sup>1</sup>	5,50	9,20	48,96	4,97	1,65	0,08
Contiflor 3 <sup>1</sup>	4,50	8,11	48,90	8,41	2,19	0,00
Contiflor 7 <sup>1</sup>	5,30	8,33	46,91	2,77	2,26	0,00
DK 180 <sup>1</sup>	4,53	6,80	49,66	7,88	1,53	0,05
M 734 <sup>1</sup>	4,53	7,25	51,43	5,50	1,48	0,00
M 737 <sup>1</sup>	4,07	8,51	56,68	12,04	1,98	0,00
M 738 <sup>1</sup>	4,53	7,50	49,38	7,40	1,71	0,09
M 742 <sup>1</sup>	4,37	8,96	51,45	7,53	1,52	0,00
Rumbosol 90 <sup>1</sup>	5,17	10,14	48,59	4,60	1,94	0,23
Rumbosol 91 <sup>1</sup>	4,13	5,89	47,89	7,99	1,77	0,00
V 2000 <sup>1</sup>	5,23	14,62	48,86	5,33	2,50	0,28
M 92007 <sup>2</sup>	4,69	-	48,18	-	-	-
M 742 <sup>2</sup>	4,81	-	53,64	-	-	-
V 2000 <sup>2</sup>	5,14	-	49,72	-	-	-
DK 180 <sup>2</sup>	4,55	-	52,77	-	-	-
DK 4040 <sup>2</sup>	4,67	-	55,32	-	-	-
C-11 <sup>2</sup>	4,80	-	53,23	-	-	-
Contiflor 3 <sup>3</sup>	4,50	8,11	48,84	7,94	2,16	Traços
M 742 <sup>3</sup>	4,40	8,76	51,63	7,72	1,51	Traços
AS 243 <sup>3</sup>	4,60	10,16	47,44	7,78	2,41	Traços
AS 603 <sup>3</sup>	4,40	8,62	51,07	8,84	1,95	Traços
M 737 <sup>3</sup>	4,10	7,81	56,03	12,34	2,05	Traços
DK 180 <sup>4</sup>	4,30	5,86	47,92	11,42	2,44	0,04
M 734 <sup>4</sup>	4,00	5,27	51,04	9,84	3,22	0,00
V 2000 <sup>4</sup>	4,77	6,47	49,16	10,85	3,68	0,00
Rumbosol 91 <sup>4</sup>	4,23	5,53	48,96	7,45	3,53	0,54

Fonte: <sup>1</sup>Tomich (1999), <sup>2</sup>Rezende (2001), <sup>3</sup>Freire (2001), <sup>4</sup>Stehling (2001).

altos, quando comparados aos das silagens de milho e sorgo, e esse fato pode estar relacionado ao seus mais altos teores proteicos, resultando em redução na relação carboidratos:proteína que, conforme Van Soest (1994), é importante influenciadora do pH da silagem.

Alguns dados referentes aos valores de pH das silagens de girassol encontrados na literatura (Tabela 14) permitem concluir que o valor é variável com o cultivar e certamente depende, entre outros fatores, da idade de colheita e prática de ensilagem.

### *Nitrogênio amoniacal*

O conteúdo de amônia das silagens, expresso como percentagem do nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), em relação ao nitrogênio total, é amplamente utilizado na avaliação de silagens. Na forragem verde, cerca de 75 a 90% do nitrogênio total está na forma de proteína. O restante, ou seja, o nitrogênio não-protéico, consiste principalmente de aminoácidos livres e amidas, com menor proporção de ureídeos, aminas, nucleotídeos, clorofila, peptídeos de baixo peso molecular e nitratos, enquanto o teor de nitrogênio presente sob a forma de amônia, nesse material, geralmente é menor que 1% do nitrogênio total. Após o corte e ensilagem, tem início uma extensa hidrólise de proteínas, resultando em aumento do nitrogênio não-protéico para aproximadamente 40% do nitrogênio total, nas primeiras 24 horas de fermentação. Esse conteúdo pode atingir 70% na abertura do silo. A extensa degradação protéica varia com a espécie da planta, taxa e extensão da queda do pH, teor de matéria seca e temperatura, mas o conteúdo de proteína pode ser reduzido em 50-60%, mesmo em silagens bem preservadas. Os compostos resultantes dessa degradação de aminoácidos, além de inibirem o consumo e apresentarem baixa eficiência na utilização de nitrogênio pelos ruminantes, alteram a fermentação, impedindo uma rápida queda do pH.

Na silagem, um baixo teor de nitrogênio amoniacal, inferior a 10% do nitrogênio total, indica que o processo de fermentação não resultou em quebra excessiva da proteína em amônia, e os aminoácidos constituem a maior parte do nitrogênio não-protéico (Van Soest, 1994). Ao contrário, um teor de nitrogênio amoniacal superior a 15% do nitrogênio total significa que a quebra de proteínas foi considerável. Tais silagens podem ser menos aceitas pelos animais, resultando em baixo consumo. Na Tabela 14 podem

ser observados os valores de nitrogênio amoniacal das silagens de alguns cultivares de girassol, cuja média é inferior a 10% do nitrogênio total, indicando que não ocorreu quebra excessiva da proteína no decorrer do processo fermentativo.

### *Digestibilidade 'in vitro' da matéria seca*

Tão importante quanto o processo fermentativo é a avaliação da qualidade do volumoso e, conforme Minson (1990), a digestibilidade *in vitro* pode ser considerada um método muito preciso de predição da digestibilidade da matéria seca e da matéria orgânica da forragem.

A digestibilidade refere-se àqueles nutrientes do alimento que, quando atacados e desdobrados no trato digestivo pelas enzimas ou pela microflora, são absorvidos pelo organismo, sendo também um dos parâmetros que, juntamente com a composição química e o consumo de matéria seca, é levado em consideração para definir o valor nutritivo das forragens (Minson, 1990).

Na silagem, a digestibilidade é influenciada pelas características da forragem e por alterações que ocorrem durante o processo de fermentação. Para McDonald *et al.* (1991), além do baixo teor de matéria seca, a digestibilidade relativamente baixa é uma desvantagem do girassol para ensilagem. O conteúdo de lignina mais alto na silagem de girassol, quando comparada à silagem de milho (Vandersall, 1976, Marx, 1977, Sneddon *et al.*, 1979, McGuffey e Schingoethe, 1980), pode ser o principal fator limitante da digestibilidade da silagem de girassol. Por outro lado, o excesso de lipídeos na dieta, que promove o envolvimento físico da fibra, impedindo o ataque microbiano, e a formação de complexos insolúveis de cátions, modificando o pH e a microbiota ruminais, também contribui para reduzir a digestibilidade da silagem de girassol.

As publicações dos últimos três anos evidenciam que a digestibilidade *in vitro* da silagem de girassol varia de 46,91% a 56,68% (Tabela 14), sendo considerada típica das silagens de forrageiras tropicais.

### *Ácido orgânicos*

Os ácidos orgânicos mais comumente determinados são os ácidos láctico, acético, butírico, isobutírico, propiônico, valérico, isovalérico,

succínico e fórmico, sendo os três primeiros de determinação mais importante. Apesar de todos os ácidos formados contribuírem para a redução do pH, o ácido láctico, por apresentar uma maior constante de dissociação, possui papel fundamental nesse processo, enquanto o aumento dos níveis de ácido acético e butírico está relacionado a menores taxas de decréscimo e maiores valores de pH (Moisio e Heikomen, 1994).

A quantidade de ácido láctico necessária para reduzir rapidamente o pH, inibindo a atividade proteolítica e evitando a fermentação indesejável, altera-se com a capacidade de tamponamento e com o teor de umidade da forragem. Apesar de o ácido láctico ser o principal ácido da fermentação presente em silagens de boa qualidade, pequenas quantidades de ácido acético podem aparecer, resultando, principalmente, da ação de bactérias lácticas heterofermentativas e enterobactérias sobre os açúcares, podendo, algumas vezes, ser formado pela degradação do citrato, malato e aminoácidos.

Os teores de ácido láctico observados nas silagens de alguns cultivares de girassol podem ser considerados adequados para boa preservação da silagem, e o menor e o maior valores observados, em condições experimentais, foram de 2,77% e 12,34% na matéria seca, respectivamente, havendo uma associação desses valores com o pH das silagens, que foi de 5,3 e 4,1, respectivamente (Tabela 14). Os teores de ácido acético e butírico não são comprometedores da perspectiva de se conseguir boa conservação da forragem de girassol na forma de silagem.

No sentido de contribuir para o conhecimento da qualidade da silagem de girassol, elaborou-se uma tabela com valores de pH, nitrogênio amoniacal, digestibilidade *in vitro* da matéria seca e ácidos orgânicos, na qual associam-se alguns dados médios das silagens de girassol disponíveis na literatura, com padrões pré-estabelecidos para outras espécies forrageiras (Tabela 15). As silagens de girassol recebem a classificação muito boa, com base nos teores de ácido láctico e nitrogênio amoniacal. Porém, quanto ao pH, ácido acético, ácido butírico e digestibilidade *in vitro* da matéria seca, recebem a classificação entre boa e média qualidade. Vale ressaltar que a tabela utilizada como padrão de qualidade de silagens foi desenvolvida para silagens de milho e sorgo, devendo, portanto, essa mesma classificação ser desenvolvida para silagem de girassol, para que essa possa expressar seu verdadeiro potencial.

TABELA 15. Classificação das silagens de girassol

Parâmetro	Classificação da silagem			
	Muito boa	Boa	Média	Ruim
pH <sup>1</sup>	3,6 - 3,8	3,8 - 4,2	4,2 - 4,6	> 4,6
Média das silagens de girassol			<b>4,59</b>	
Ácido láctico (%MS) <sup>1</sup>	> 5,0	5,0 - 3,0	3,0 - 2,0	< 2,0
Média das silagens de girassol	<b>8,0</b>			
Ácido acético (%MS) <sup>3</sup>	< 2,0	2,0 - 2,5	> 2,5	> 2,5
Média das silagens de girassol		<b>2,17</b>		
Ácido butírico (%MS) <sup>1</sup>	≤ 0,1	0,1 - 0,2	0,2 - 0,4	> 0,4
Média das silagens de girassol		<b>0,19</b>		
Nitrogênio amoniacal (%NT) <sup>2</sup>	< 10,0	10,0 - 15,0	15,0 - 20,0	> 20,0
Média das silagens de girassol	<b>8,18</b>			
DIVMS (%) <sup>4</sup>	> 63,0	63,0 - 52,0	52,0 - 38,0	< 38,0
Média das silagens de girassol			<b>50,4</b>	

<sup>1</sup>Paiva (1976), <sup>2</sup>Benachio (1965) citado por Borges (1995), <sup>3</sup>Nogueira (1995), <sup>4</sup>Paiva (1976), modificado por Nogueira (1995).

## VALOR NUTRITIVO DA SILAGEM DE GIRASSOL

A finalidade principal da produção de silagem baseia-se na conservação da qualidade nutritiva da planta forrageira. Na Tabela 16 pode-se observar as médias de proteína bruta no material original e nas respectivas silagens de 13 cultivares de girassol.

TABELA 16. Teores de proteína bruta dos materiais originais e das silagens de alguns cultivares de girassol

Cultivar	Material original	Silagem
	(%MS)	
AS 243	9,50	8,63
AS 603	8,87	9,25
Cargill 11	10,24	9,24
Contiflor 3	8,41	8,00
Contiflor 7	8,89	7,89
DK 180	8,61	8,11
M 734	9,31	9,81
M 737	8,89	9,51
M 738	9,33	9,79
M 742	9,36	9,42
Rumbosol 90	9,42	8,73
Rumbosol 91	7,52	7,23
V 2000	10,30	9,38
Média	9,13	8,85

Adaptado: Tomich (1999).

Segundo Van Soest (1994), os níveis de nitrogênio total da silagem em relação aos da forragem fresca não se modificam, embora a fermentação possa alterar as proporções das frações nitrogenadas. Entretanto, quando ocorre redução significativa nos teores de proteína bruta das silagens, em relação ao material original, isso pode ser devido à perda de nitrogênio contido em substâncias produzidas durante a ensilagem e volatilizadas durante o processo de pré-secagem das amostras.

Na Tabela 17 podem ser observadas as características nutritivas das silagens de alguns cultivares de girassol que apresentaram valores médios de 9,50%, 47,99%, 35,56%, 13,91% e 50,42%, respectivamente para proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, extrato etéreo

TABELA 17. Percentuais de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE) e digestibilidade *in vitro* de matéria seca (DIVMS) das silagens de alguns cultivares de girassol

Cultivares	PB	FDN	FDA (%MS)	EE	DIVMS
AS 243 <sup>1</sup>	8,63	43,44	33,88		
AS 603 <sup>1</sup>	9,25	40,68	31,45	18,01	47,09
Cargill 11 <sup>1</sup>	9,24	41,13	33,08	17,04	51,13
Contiflor 3 <sup>1</sup>	8,00	46,66	36,11	19,23	48,96
Contiflor 7 <sup>1</sup>	7,89	46,77	36,11	13,54	48,90
DK 180 <sup>1</sup>	8,11	43,23	34,40	10,56	46,91
M 734 <sup>1</sup>	9,81	50,59	39,43	15,48	49,66
M 737 <sup>1</sup>	9,51	37,75	28,94	6,43	51,43
M 738 <sup>1</sup>	9,79	52,76	40,06	18,06	56,68
M 742 <sup>1</sup>	9,42	51,51	39,72	13,71	49,38
Rumbosol 90 <sup>1</sup>	8,73	49,32	38,38	6,87	51,45
Rumbosol 91 <sup>1</sup>	7,23	47,67	37,35	12,57	48,59
V 2000 <sup>1</sup>	9,38	44,04	35,05	11,24	47,89
M 92007 <sup>2</sup>	10,73	57,51	-	14,83	48,86
M 742 <sup>2</sup>	12,01	53,63	-	13,89	48,18
V 2000 <sup>2</sup>	12,30	52,45	-	14,42	53,64
DK 180 <sup>2</sup>	11,71	54,19	-	15,10	49,72
DK 4040 <sup>2</sup>	12,27	54,80	-	14,46	52,77
C-11 <sup>2</sup>	11,87	56,46	-	14,97	55,32
Contiflor 3 <sup>3</sup>	7,91	48,83	37,46	13,68	53,23
M 742 <sup>3</sup>	9,59	51,60	39,68	15,31	48,84
AS 243 <sup>3</sup>	9,01	47,44	34,02	17,14	51,63
AS 603 <sup>3</sup>	9,19	41,28	27,61	17,87	47,44
M 737 <sup>3</sup>	9,46	38,11	29,28	16,46	51,07
DK 180 <sup>4</sup>	8,82	48,57	38,63	17,71	56,03
M 734 <sup>4</sup>	8,77	46,11	34,54	11,91	47,92
V 2000 <sup>4</sup>	9,80	44,56	35,82	13,09	51,04
Rumbosol 91 <sup>4</sup>	7,60	52,68	41,82	12,86	49,16
Média	9,50	47,99	35,56	13,91	50,42

Fonte: <sup>1</sup>Tomich (1999), <sup>2</sup>Rezende (2001), <sup>3</sup>Freire (2001), <sup>4</sup>Stehling (2001).

e digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

Quando a composição química da silagem de girassol é comparada à silagem de milho, ou de sorgo (Tabela 18), normalmente constata-se maior teor de proteína bruta e de extrato etéreo para a silagem de girassol, que, geralmente, também apresenta diferenças significativas nas proporções dos componentes da parede celular.

TABELA 18. Composição bromatológica média das silagens de girassol, milho e sorgo

Parâmetro	Silagem		
	Girassol	Milho (%MS)	Sorgo
Proteína bruta	11,6	8,6	8,2
Fibra em detergente neutro	46,6	57,2	50,2
Fibra em detergente ácido	35,5	31,0	27,3
Hemicelulose	7,1	24,1	22,9
Lignina	9,0	6,1	-
Relação lignina:FDN	21,0	10,5	-
Extrato etéreo	11,8	2,6	1,4
Matéria mineral	12,4	5,2	-
Cálcio	1,39	0,52	-
Fósforo	0,26	0,15	-

Adaptado: McGuffey e Schingoethe (1980), Valdez *et al.* (1988a), Valdez *et al.* (1988b), Almeida *et al.* (1995) e Henrique *et al.* (1998).

Quanto ao teor protéico, para Church (1988), uma fermentação microbiana efetiva no rúmen requer um mínimo de 7% de proteína bruta na dieta. Segundo Vilela (1998), o baixo teor de nitrogênio da silagem de milho constitui uma limitação do uso dessa forragem, principalmente para animais de mais alta exigência nutricional. Vários estudos que compararam silagens de milho à de girassol constataram teores de proteína bruta superiores para a silagem de girassol (Thomas *et al.*, 1982 a, Thomas *et al.*, 1982 b, Valdez *et al.*, 1988 a, Valdez *et al.*, 1988 b, Henrique *et al.*, 1998 a, Bueno *et al.*, 2001) e, geralmente, os valores observados para proteína bruta encontram-se acima do limite mínimo de 7%, mencionado por Church (1988), para o bom funcionamento do rúmen. Esse fato é evidenciado na Tabela 17, na qual constata-se valor médio para a proteína bruta de 9,5%. Depreende-se, portanto, que, considerando o teor protéico, a cultura do girassol é uma opção para ser associada à gramíneas para produção de silagem, ou ainda, a

silagem de girassol pode ser associada a silagens de gramíneas no momento do fornecimento aos animais.

Quanto aos constituintes da parede celular, a lignina, em termos percentuais da fibra em detergente neutro, representa o dobro do valor observado na silagem de milho (Tabela 18). Bueno *et al.* (2001), comparando a silagem de girassol com a silagem de milho, também observaram que o teor de fibra em detergente neutro da silagem de girassol é inferior, e o teor de fibra em detergente ácido, superior à silagem de milho. Esses mesmos autores também mencionam que esse fato é devido ao maior teor de celulose e lignina e menor teor de hemicelulose da silagem de girassol, em relação à silagem de milho (Tabela 19).

TABELA 19. Composição bromatológica de silagens de milho e girassol

Parâmetro	Silagem	
	Girassol	Milho
Matéria seca		
Proteína bruta	21,98	34,62
Fibra bruta	11,61	9,40
Extrato etéreo	26,12	24,99
Matéria orgânica	10,07	3,16
Matéria mineral	85,36	94,19
Extrato não-nitrogenado	14,64	5,81
Fibra em detergente neutro	37,56	56,63
Fibra em detergente ácido	44,26	62,61
Celulose	42,72	31,96
Hemicelulose	31,99	27,05
Lignina	1,53	30,29
	9,40	3,77

Fonte: Bueno *et al.* (2001).

Assim, o mais elevado teor de lignina em silagens de girassol, além do extrato etéreo, é considerado um fator de restrição à digestibilidade da matéria seca e da fibra em detergente neutro (Tabela 20). Valdez *et al.* (1988 a), demonstraram que a elevada concentração de extrato etéreo das silagens de girassol produzidas a partir de aquênios oleosos afetou negativamente a digestibilidade *in vitro* da matéria seca e da fibra em detergente neutro (Tabela 21).

Das Tabelas 18, 19, 20 e 21 depreende-se que o elevado teor de

lignina e extrato etéreo representam um fator de restrição ao valor nutritivo da silagem de girassol.

TABELA 20. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e da fibra em detergente neutro (DIVFDN) das silagens de milho, girassol e milho + girassol

	Silagens		
	Milho	Girassol	Milho + Girassol
DIVMS (%)	52,40	47,90	51,50
DIVFDN (%)	80,20	54,00	73,90

Adaptado: Valdez *et al.* (1988 b)

TABELA 21. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN) de silagens, antes e após a remoção da fração lipídica (EE)

	Silagem		
	Milho	Milho + Girassol	Girassol
MS	52,40	51,50	47,90
MS sem EE	54,70	55,20	54,10
FDN	80,20	73,90	54,00
FDN sem EE	84,20	81,40	79,70

Adaptado: Valdez *et al.* (1988 a).

## SILAGEM MISTA DE CAPIM-ELEFANTE, MILHO OU SORGO COM GIRASSOL

Outra possibilidade de utilização do girassol é associá-lo a outra forrageira para complementar a qualidade nutricional da silagem, como, por exemplo, com o capim-elefante, com o milho ou com o sorgo.

A associação do capim-elefante com o girassol no momento da ensilagem eleva o teor de matéria seca, proteína bruta e energia da silagem, além de reduzir o teor de fibra em detergente neutro (FDN), resultando em silagens de boa qualidade. As Figuras 5, 6, 7, 8, 9 e 10 ilustram algumas características das silagens mistas de capim-elefante e girassol associados no momento da ensilagem.

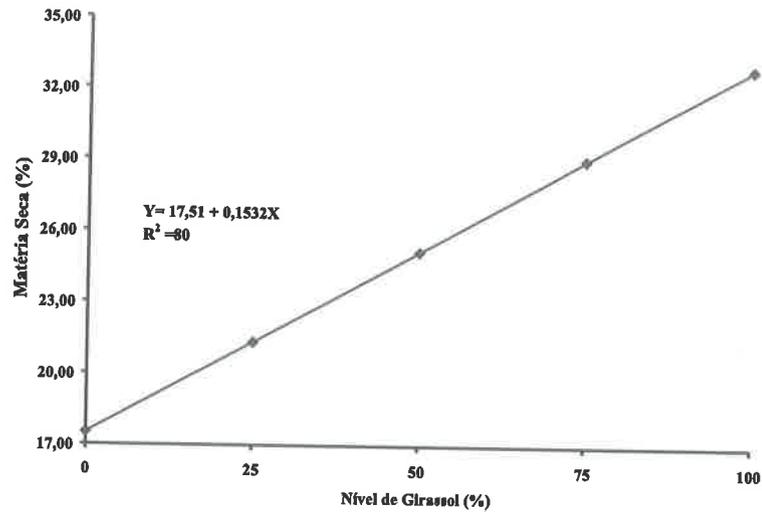


FIGURA 5. Teor de matéria seca (%) das silagens mistas de capim-elefante e girassol. Fonte: Rezende (2001).

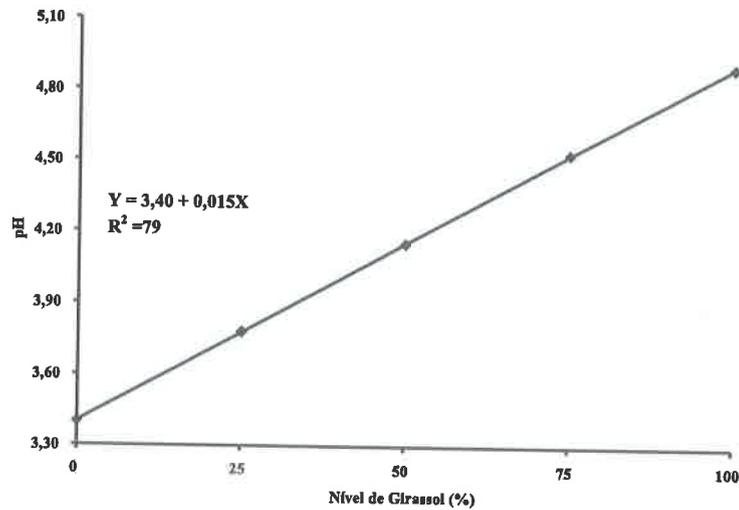


FIGURA 6. Valores de pH das silagens de mistas de capim-elefante e girassol. Fonte: Rezende (2001).

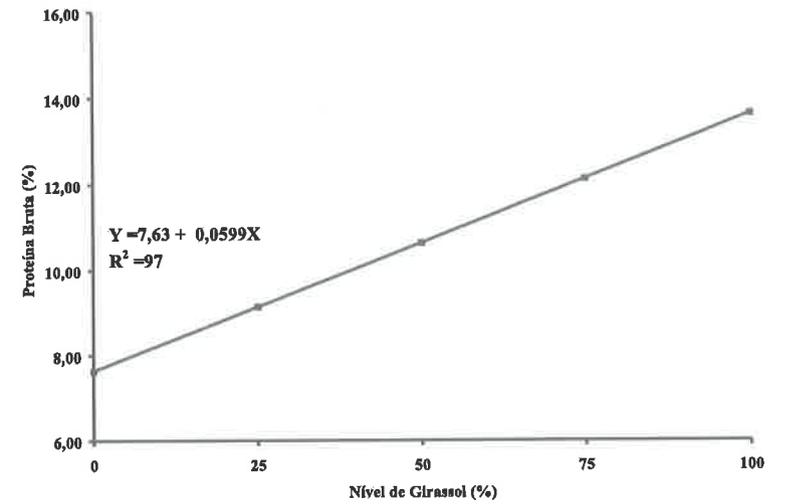


FIGURA 7. Teores de proteína bruta (%) das silagens mistas de capim-elefante e girassol. Fonte: Rezende (2001).

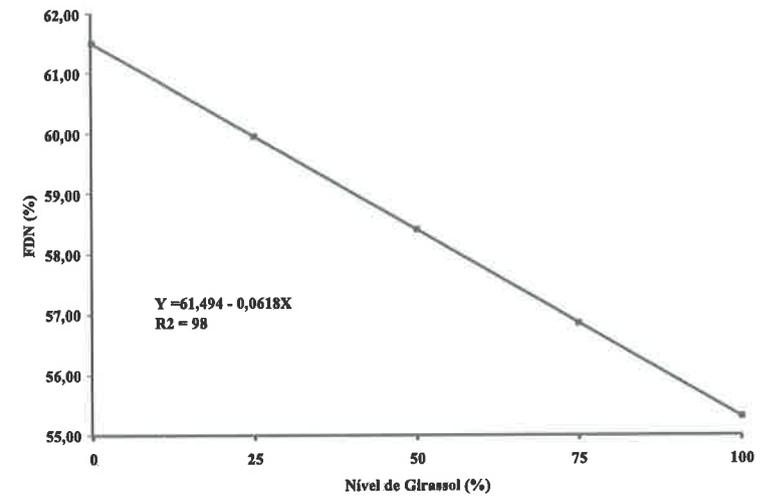


FIGURA 8. Teores de fibra em detergente neutro (FDN) das silagens mistas de capim-elefante e girassol. Fonte: Rezende (2001).

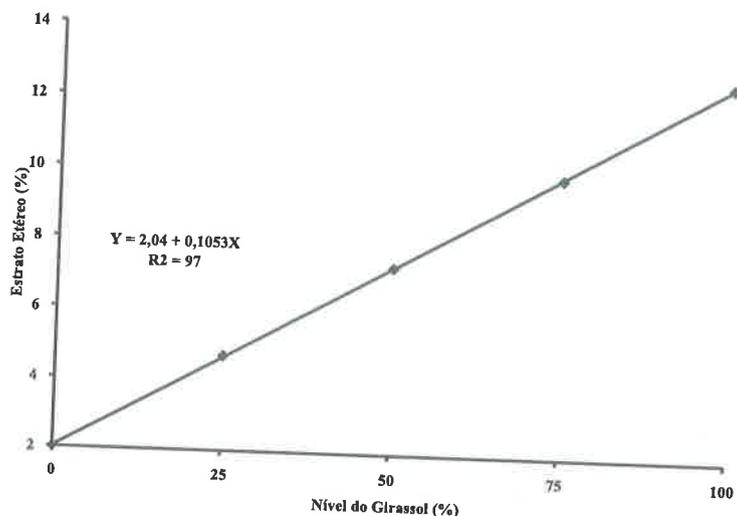


FIGURA 9. Teores de extrato etéreo (%) das silagens mistas de capim-elefante e girassol. Fonte: Rezende (2001).

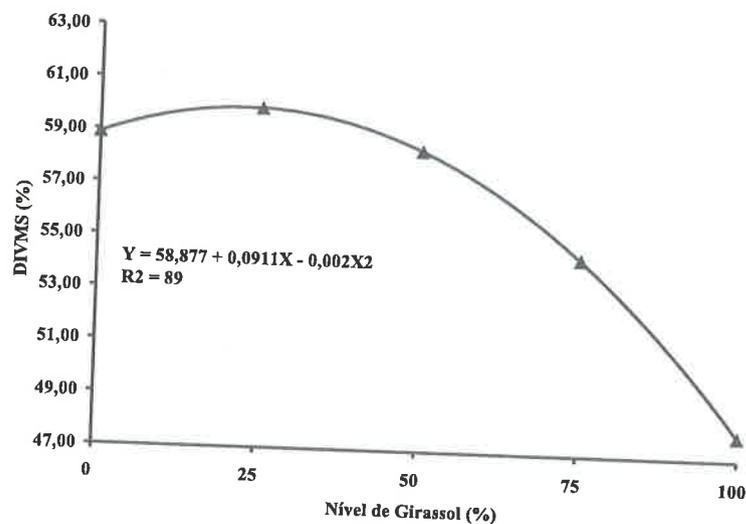


FIGURA 10. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (%) das silagens mistas de capim-elefante e girassol. Fonte: Rezende (2001).

Em função do aumento nos teores de proteína e de extrato etéreo, a participação de até 50% de girassol, associado ao capim-elefante no momento de ensilar, constitui-se em mais uma opção de uso desta espécie forrageira.

Silagens mistas de milho ou sorgo com girassol (Tabela 22), foram avaliadas por Henrique *et al.* (1998 a, b), que observaram, para as silagens mistas oriundas de consórcio das culturas na mesma linha, valores de pH dentro da faixa considerada adequada para boa fermentação, teor de extrato etéreo e de nutrientes digestíveis totais superiores e teores de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e hemicelulose inferiores às silagens de milho ou sorgo puras. Não foram observadas diferenças para o consumo de nutrientes digestíveis totais e de matéria seca. Os autores consideraram bastante elevados os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, extrato etéreo e extrativo não-nitrogenado. O coeficiente de digestibilidade da proteína bruta foi considerado baixo, porém revelaram maiores valores para as silagens resultantes do consórcio e o coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro não foi beneficiado pelo consórcio, em relação às culturas exclusivas. Já Valdez *et al.* (1988) recomendam a consorciação de milho com girassol em função do aumento dos coeficientes de digestibilidade. Henrique *et al.* (1998 a, b) mencionam que a consorciação do milho ou sorgo com girassol não se mostrou favorável,

TABELA 22. Características bromatológicas, consumo e digestibilidade de silagens puras e mistas de milho ou sorgo com girassol

	Silagens			
	Milho	Sorgo	Milho + Girassol	Sorgo + Girassol
pH	3,97	3,88	3,95	3,89
Proteína bruta	8,03	8,29	9,15	8,93
Extrato etéreo (%MS)	1,85	2,15	6,89	7,48
Fibra em detergente neutro (%MS)	52,27	50,97	43,19	42,63
Fibra em detergente ácido (%MS)	27,11	23,52	11,94	12,21
Hemicelulose (%MS)	25,17	23,52	11,94	12,21
Nutrientes digestíveis totais (NDT-%MS)	69,62	63,74	75,36	72,29
Consumo de NDT (g/an./dia)	224,46	204,28	299,86	283,34
Consumo de matéria seca (%PV)	1,83	1,56	1,63	1,59
<b>Coefficiente de digestibilidade (%)</b>				
Matéria seca	67,92	61,82	66,61	66,50
Proteína bruta	43,75	22,76	50,66	31,13
Extrato etéreo	74,85	68,01	84,44	76,95
Extrativo não-nitrogenado	78,09	73,19	73,01	72,84
Fibra em detergente neutro	56,63	49,25	41,31	41,18

Adaptado: Henrique *et al.* (1998 a,b).

dificultando as práticas de plantio e não evidenciando melhoras significativas quanto aos parâmetros avaliados nas silagens.

### CONSUMO, DIGESTIBILIDADE E PERFORMANCE DE ANIMAIS ALIMENTADOS COM SILAGEM DE GIRASSOL

O valor nutritivo de uma silagem normalmente é considerado função do consumo, digestibilidade e eficiência de utilização dos nutrientes. Assim, um dos principais critérios utilizados para avaliação da qualidade da silagem, além da composição química e das características fermentativas, é o efeito dessa sobre o desempenho animal.

O consumo de silagem de girassol geralmente é alto (Valdez *et al.*, 1988 a, Valdez *et al.*, 1988 b, Almeida *et al.*, 1995, Henrique *et al.*, 1998 b). Na Tabela 23 podem-se observar o consumo voluntário e a digestibilidade *in situ* de silagens de girassol acrescidas ou não de inoculante bacteriano.

Observa-se que a adição do inoculante aumentou a digestibilidade dos extrativos não-nitrogenados em 3,05 unidades percentuais, mas reduziu a digestibilidade da fibra bruta e da fibra em detergente ácido em 6,8 e 4,3

TABELA 23. Consumo de matéria seca (g/dia e %PV), digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, extrato não-nitrogenado, fibra bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e amido, percentual de nutrientes digestíveis totais e retenção nitrogenada (g de N/dia e em percentagem do N absorvido/dia) obtidos com silagens de girassol acrescidas ou não com inoculante

Parâmetro	Silagem de girassol		Média
	Não-inoculada	Inoculada	
<b>Consumo</b>			
Matéria seca (g/dia)	775,69	737,42	756,55
Matéria seca (%PV)	2,54	2,49	2,52
<b>Digestibilidade (%)</b>			
Matéria seca	57,83	57,04	57,44
Proteína bruta	55,11	54,64	54,87
Extrato etéreo	65,30	63,60	64,45
Extrato não-nitrogenado	58,89 b	61,94 a	60,41
Fibra bruta	54,89 a	48,11 b	51,50
Fibra em detergente neutro	44,27	43,68	43,97
Fibra em detergente ácido	50,20 a	45,92 b	48,06
Amido	74,12	78,66	76,69
Nutrientes digestíveis totais (%)	53,00	52,46	52,73
Retenção de nitrogênio (g)	- 0,65	- 0,93	- 0,79
Retenção de nitrogênio (%)	- 13,60	- 14,18	- 13,89

Médias, na mesma linha, com letras diferentes diferem entre si.  
Fonte: Rodrigues *et al.* (2001).

unidades percentuais, respectivamente. Conforme Rodrigues *et al.* (2001), mudanças no perfil de fermentação (maior produção de ácido lático e menores perdas de carboidratos solúveis) poderiam explicar os efeitos da inoculação sobre a digestibilidade dos extrativos não-nitrogenados. Os autores comentam também que é provável que os ganhos da digestibilidade alcançados com os extrativos não-nitrogenados tenham sido compensados com a perda da digestibilidade da fibra, mantendo constante os valores dos nutrientes digestíveis totais. No tocante à fração fibrosa, os autores mencionam que uma provável redução nos teores de fibra poderia explicar a menor digestibilidade da fibra remanescente.

Na Tabela 24 estão apresentados os dados referentes à degradabilidade *in situ* da silagem de girassol colhido em dois estádios vegetativos e acrescido de casca de soja. Observa-se que o estágio de desenvolvimento do girassol afetou a degradabilidade efetiva da silagem; porém, esse efeito não foi muito marcante, indicando que o girassol tem ampla faixa de colheita. Observa-se também que o acréscimo no nível de soja à forragem de girassol revelou baixa influência sobre a degradabilidade efetiva da proteína.

TABELA 24. Teores de matéria seca (%) e de proteína bruta (%) e degradabilidade efetiva *in situ* (%) da matéria seca e da proteína bruta de silagens de girassol, colhido em dois estádios vegetativos, com e sem adição de casca de soja

Níveis de casca de soja (%)	Maturidade fisiológica		13 dias após a maturidade fisiológica	
	Matéria Seca			
	MS (%) <sup>1</sup>	DE (%) <sup>2</sup>	MS (%) <sup>1</sup>	DE (%) <sup>2</sup>
0	18,06	48,46 b	26,82	47,55 a
10	27,06	54,73 a	31,47	51,34 a
20	35,06	52,86 ab	34,84	48,49 a
30	44,22	54,35 a	35,81	49,11 a
Proteína Bruta				
	PB (%) <sup>1</sup>	DE (%) <sup>2</sup>	PB (%) <sup>1</sup>	DE (%) <sup>2</sup>
0	8,59	60,52 a	9,52	64,79
10	11,07	62,20 a	9,84	64,21
20	10,81	56,77 a	10,24	60,22
30	11,80	58,26 a	10,45	58,41

Médias com letras iguais na coluna não diferem entre si.

<sup>1</sup> Ramos *et al.* (2001 a).

<sup>2</sup> Ramos *et al.* (2001 b).

Em alguns estudos com vacas em lactação, nos quais compararam-se a silagem de girassol com silagem de outras espécies forrageiras,

observaram-se, na maioria das vezes, produções semelhantes para os grupos de vacas alimentadas com silagem de girassol, silagem de milho ou silagem de alfafa (Tabela 25). Estudos realizados com bovinos de corte também evidenciaram que a silagem de girassol é semelhante à silagem de alfafa (Tabela 26).

TABELA 25. Produção e composição do leite de vacas alimentadas com silagem de girassol e com silagem de outras espécies forrageiras

	Produção de leite (kg/dia)	Teor de gordura do leite (%)	Teor de proteína do leite (%)
Silagem de alfafa <sup>1</sup>	17,5	3,6 A	3,0
Silagem de girassol <sup>1</sup>	17,7	3,2 B	2,9
Silagem de milho <sup>2</sup>	13,6	4,5	-
Silagem de girassol <sup>2</sup>	15,8	4,4	-
Silagem de milho <sup>3</sup>	29,3 B	3,4 A	3,0
Silagem de girassol <sup>3</sup>	30,0 AB	3,0 B	3,0
Silagem de milho+girassol <sup>3</sup>	30,1 A	3,3 A	3,0

Médias de um mesmo experimento, com letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si. Adaptado: <sup>1</sup> Thomas *et al.* (1982 a), <sup>2</sup> Hubbel *et al.* (1985), <sup>3</sup> Valdez *et al.* (1988 b).

TABELA 26. Desempenho de novilhos alimentados com dietas baseadas em silagens de alfafa ou girassol

	Silagem	
	Alfafa	Girassol
Número de novilhos	12	12
Peso inicial (kg)	276,8	278,9
Peso final (kg)	347,2	351,2
Ganho diário (kg)	1,16	1,20
Consumo de matéria seca (kg/dia)	6,60	7,07
KgMS/kg ganho	5,72	5,84

Adaptado: Thomas *et al.* (1982 b).

Almeida (1992) também comparou a silagem de girassol com as silagens de sorgo e de milho por meio do consumo voluntário, digestibilidade aparente, balanço de nitrogênio e alguns parâmetros sanguíneos (Tabela 27). Observa-se que a silagem de girassol não diferiu da silagem de milho no tocante ao consumo de matéria seca, energia bruta e energia digestível, mas foi superior à silagem de milho quanto ao consumo de proteína bruta e de proteína digestível. Com relação à silagem de sorgo, a silagem de girassol foi superior em todos os parâmetros de consumo avaliados. O maior consumo de proteína bruta e de proteína digestível observado para a silagem de girassol

pode estar associado ao seu maior teor de proteína bruta, ou seja, 11,73, 7,97 e 8,65% respectivamente, para silagens de girassol, sorgo e milho.

No tocante à digestibilidade aparente, a silagem de girassol superou as silagens de sorgo e de milho quanto às digestibilidades da proteína bruta e da fibra em detergente ácido. Nos demais parâmetros de digestibilidade avaliados, o girassol foi semelhante ou inferior à silagem de sorgo e de milho.

TABELA 27. Consumo voluntário, digestibilidade, balanço de nitrogênio e parâmetros sanguíneos observados em ovinos alimentados com silagens de girassol, sorgo e milho

	Silagem		
	Girassol	Sorgo	Milho
<b>Consumo voluntário (g/UTM/dia)</b>			
Matéria seca	61,00 a	56,73 b	61,03 a
Proteína bruta	7,07 a	4,76 b	5,08 b
Proteína digestível	4,43 a	2,79 b	2,75 b
Energia bruta	298,64 a	279,28 b	297,92 a
Energia digestível	198,89 a	178,34 b	199,72 a
<b>Digestibilidade aparente (%)</b>			
Matéria seca	63,11 b	63,53 b	65,88 a
Proteína bruta	62,69 a	58,51 b	53,02 c
Fibra em detergente neutro	61,98 b	67,68 a	66,95 a
Fibra em detergente ácido	56,26 a	46,89 b	53,97 b
Energia bruta	66,65 ab	65,90 b	67,43 a
<b>Balanço de nitrogênio (g/UTM/dia)</b>			
	4,82 a	3,04 b	3,46 b
<b>Parâmetros sanguíneos (mg/100ml)</b>			
Glicose	57,49	57,62	57,57
Uréia	21,66	18,15	19,43

Médias com letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si. Adaptado: Almeida (1992).

Ainda com relação ao estudo realizado por Almeida (1992), os animais que receberam silagem de girassol tiveram maior quantidade de nitrogênio retido, o que pode ser função do maior consumo de proteína digestível, bem como da maior digestibilidade da proteína bruta observados para a silagem de girassol. O maior valor energético da silagem de girassol, ou seja, energia metabolizável de 2.548,19 kcal/kg, em relação às silagens de sorgo (2.226,18 kcal/kg) e de milho (2.390,23 kcal/kg), assim como o maior teor protéico da silagem de girassol, em relação às silagens de sorgo

e de milho, são outra justificativa para a maior retenção de nitrogênio observada para a silagem de girassol, uma vez que a eficiência de utilização da proteína pode ser aumentada pelo suprimento de energia.

Quanto aos parâmetros sanguíneos, o menor valor de glicose foi observado no sangue dos animais que receberam a silagem de girassol, que também apresentou o menor teor de carboidratos solúveis, ou seja, respectivamente, 17,44, 23,35 e 26,17% para silagem de girassol, sorgo e milho. Segundo Smith *et al.* (1978), maiores níveis de lipídeos na alimentação de ruminantes podem alterar o metabolismo da glicose em função de alterações na fermentação ruminal e, como consequência, reduzir os precursores da glicose sanguínea. Diante desse fato, o maior teor de extrato etéreo observado nas silagens de girassol (McGuffey e Schingoethe, 1980, Valdez *et al.*, 1988 a, Valdez *et al.*, 1988 b, Henrique *et al.*, 1998, Bueno *et al.*, 2001) contribuem para o menor teor de glicose no sangue dos animais. Por outro lado, deve-se considerar que, embora a silagem de girassol tenha resultado em menor nível de glicose no sangue dos animais, os valores são muito próximos entre as silagens. Segundo Meyes (1977), isso pode estar associado ao fato de os ruminantes fermentarem todos os carboidratos em ácidos graxos, que, em grande parte, substituem a glicose como fonte de energia.

TABELA 28. Médias de peso ao abate, peso de carcaça e percentagem dos componentes do peso vivo para ovelhas confinadas recebendo silagens de girassol, sorgo ou milho

Parâmetros	Silagem		
	Girassol	Sorgo	Milho
Peso abate (kg)	59,44 a	49,28 b	53,46 ab
Carcaça quente (kg)	31,56 a	23,70 b	24,76 b
Carcaça quente (%)	53,14 a	48,13 b	46,36 b
Pele (%0)	5,96 a	5,85 a	5,80 a
Cabeça (%)	4,45 a	4,96 b	5,06 b
Cancela-patas (%)	1,65 a	1,92 b	1,99 b
Aparelho digestivo (%)	6,68 a	7,75 a	7,70 a
Gordura cavitária (%)	6,09 a	4,64 a	4,97 a
Rins (%)	0,24 a	0,23 a	0,59 a
Coração (%)	0,38 a	0,38 a	0,44 a
Pulmão-traquéia (%)	1,21 a	1,15 a	1,39 b
Fígado (%)	1,87 a	1,46 b	1,47 b
Baço (%)	0,18 a	0,15 a	0,26 b

Médias com letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si.  
Fonte: Ribeiro *et al.* (2001).

O maior nível de uréia sanguínea foi observado no sangue dos animais que receberam silagem de girassol. Esse fato encontra apoio na consideração de Kolb (1984), segundo o qual, a concentração de uréia é compatível com o suprimento protéico, de acordo com as exigências animais. Nesse sentido, salienta-se, novamente, o maior teor protéico da silagem de girassol em relação às silagens de sorgo e milho.

Ribeiro *et al.* (2001), comparando silagens de girassol, sorgo e milho fornecidas a ovinos confinados, observaram que o uso da silagem de girassol como fonte única de volumoso pode ser uma ótima opção para a engorda de ovinos, sendo superior às silagens de milho e sorgo, pois além de maiores peso ao abate e peso de carcaça, é possível obter maiores rendimentos de carcaça (Tabela 28).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, considera-se que a silagem de girassol deve se constituir em alternativa nas propriedades agrícolas e a decisão pela sua adoção fica na dependência da relação custo:benefício, em que muitas vezes é válida a adoção dentro de uma estratégia de produção em busca da eficiência do processo produtivo. Porém, vale ressaltar que muitas vezes é inevitável a comparação com os dados relativos à silagem de milho, considerada silagem-padrão, que pode auxiliar na tomada de decisão para formulação da dieta dos animais. Salienta-se, mais uma vez, que, na maioria dos estudos, a silagem de girassol se equipara à silagem de milho, principalmente quando se considera a performance animal e, embora o girassol tenha fibra de qualidade inferior, em relação ao milho, considera-se aquela forrageira uma boa alternativa para ser utilizada na suplementação volumosa de bovinos, principalmente em função do teor de proteína bruta e de energia. Acrescenta-se a esses aspectos, a possibilidade de cultivar o girassol na entressafra de cereais e, com maiores possibilidades ainda, para cultivo na entressafra de milho e, ou sorgo cultivados para ensilagem, em função da possibilidade de liberação da área de cultivo mais cedo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. F. Composição química, digestibilidade e consumo voluntário das silagens de sorgo (*Sorghum vulgare* L.) em dois momentos de corte, girassol

- (*Helianthus annuus* L.) e milho (*Zea mays* L.) para ruminantes. Lavras:UFLA, 1992. 100 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).
- ALMEIDA, M. F., VON TIESENHAUSEN, I. M. E. V., AQUINO, L. H. *et al.* Composição química e consumo voluntário das silagens de sorgo em dois estádios de corte, girassol e milho para ruminantes. *Ciência e Prática*, 19(3):315-321, 1995.
- ARKEL, H. V. Effects of population, N and age on sunflower grown for silage. *Experimental Agriculture*, 14:325-335, 1978.
- BORGES, A. L. C. C. Qualidade de silagens de híbridos de sorgo de porte alto, com diferentes teores de tanino e umidade no colmo e seus padrões de fermentação. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1995. 104 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).
- BREMNER, P. M., PRESTON, G. K., St.GROTH, C. F. A field comparison of sunflower (*Helianthus annuus* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor*) in a long drying cycle. I. Water extraction. *Australian Journal of Agricultural Research*, 37(5):483-493, 1986.
- BUENO, M. S., FERRARI JUNIOR, E., LEINZ, F. F. *et al.* Silagens de milho e girassol com diferentes proporções da ração concentrada na dieta de ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. Anais... Piracicaba: SBZ, 2001. p. 1296-1297.
- CAMARA, G. M. S., SILVA, S. C., ANDRADE, F. M. E., MONTEIRO, C. A. *et al.* Determinação do momento ideal de colheita do girassol (*Helianthus annuus* L.) para a ensilagem durante a safreinha de 1977. In: REUNIÃO ANUAL DE PESQUISA DO GIRASSOL, 13, SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL, 1, 1999, Itumbiara. Resumos... Londrina: Embrapa Soja, 1999. p. 123-125. (Embrapa Soja. Documento 135).
- CASTIGLIONI, V. B. R., BALLA, A., CASTRO, C., SILVEIRA, J. M. Fases de desenvolvimento da planta do girassol. Documentos, EMBRAPA-CNPSO, N.58, 1994, 24 p.
- CASTRO, C., CASTIGLIONI, V. B. R., BALLA, A. *et al.* A cultura do girassol: tecnologia de produção. Documentos, EMBRAPA-CNPSO, n.67, 1993, 16 p.
- CASTRO, C., CASTIGLIONI, V. B. R., BALLA, A. A cultura do girassol: tecnologia de produção. Documentos, EMBRAPA-CNPSO, n.67, 1996 a, 20 p.
- CASTRO, C., CASTIGLIONI, V. B. R., BALLA, A. A cultura do girassol. Circular Técnica, EMBRAPA-CNPSO, n.13, 1996 b, 38 p.
- CHURCH, D. C. The ruminant animal digestive physiology and nutrition. Prentice Hall: New Jersey, 1988, 564 p.
- COTTE, A. Le tournesol - fourrage. *Sunflower forffer. Herbage Abstract*, 29(2):92. 1959.
- FREIRE, E. M. Padrão de fermentação das silagens de cinco híbridos de girassol (*Helianthus annuus* L.). Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2001. 44 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).
- GONÇALVES, L. C., SILVA, F. F., CORREA, C. E. S., SAMPAIO, I. B. M. *et al.* A produtividade e teor de matéria seca de girassol (*Helianthus annuus* L.) cultivado em diferentes épocas do ano e colhido em diferentes estágios vegetativos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 23, 1996, Fortaleza. Anais... Fortaleza:SBZ, 1996.
- HAIGH, P. M. Effect of herbage water-soluble carbohydrate content and water conditions at ensilage on the fermentation of grass silages made on commercial farms. *Grass and Forage Science*, 45(3):263-271, 1990.
- HENRIQUE, W., ANDRADE, J. B., SAMPAIO, A. A. M. Silagem de milho, sorgo, girassol e suas comparações. II. Composição Bromatológica. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. Anais... Botucatu: SBZ, 1998 a. p.379-381.
- HENRIQUE, W., ANDRADE, J. B., SAMPAIO, A. A. M. Silagem de milho, sorgo, girassol e suas consorciações. III. Coeficiente de digestibilidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. Anais... Botucatu: SBZ, 1998 b. p. 382-384.
- HUBBEL, D. S., HARRISON, K. F., DANIELS, L. B., STALLCUP, O. T. A comparison of corn silagen and sunflower silage for lactating Jersey cows. *Arkansas Farm Research*, 34(1):7, 1985.
- JAYME, D. G., GONÇALVES, L. C., RODRIGUES, J. A. S. *et al.* Qualidade da silagem de seis genótipos de girassol (*Helianthus annuus* L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. Anais... Piracicaba: SBZ, 2001. p. 301-302.
- KAKIDA, J., GONÇALVES, N. P., MARCIANI-BENDEZÚ, J., ARANTES, N. E. Cultivares de girassol. *Informe Agropecuário*, 7(82):76-78, 1981.
- KOLB, E. Fisiologia da digestão e da absorção. In: *Fisiologia veterinária*. 4 ed. Rio de Janeiro, Koogan, 1984. Cap. 6, p. 105-207.
- LEIBENSPERGER, R. Y., PITT, R. E. A model of clostridial dominance in silage. *Grass and Forage Science*, 42(3):279-317, 1987.
- MARX, G. D. Utilization of sunflower silage, sunflower hulls with poultry litter and sunflower hulls mixed with corn silage for growing dairy animals. *Journal of Dairy Science*, 60:112, 1977. Supplement 1.
- MAYES, P. Metabolismo dos carboidratos. In: HARPER, H. A. *Manual de química fisiológica*. 4 ed. São Paulo, Athenew, 1977. Cap. 13, p. 252-287.
- McDONALD, P. The biochemistry of silage. Chichester:John Wiley, 1981. 128 p.
- McDONALD, P., HENDERSON, A. R., HERON, S. The biochemistry of silage. 2 ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340 p.
- McGUFFEY, R. K., SCHIÑOGETHE, D. J. Feeding value of high oil variety of

- sunflowers as silage to lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 63(7):1109-1113, 1980.
- McKERSIE, B. D. Effect of pH on proteolysis in ensiled legume forage. *Agronomy Journal*, 77(1):81-86, 1985.
- MINSON, D. J. Forage in ruminant nutrition. San Diego:Academic Press, 1990. 483 p.
- MOISIO, T., HEIKOMEN, M. Lactic acid fermentation in silage preserved with formic acid. *Animal Feed Science and Thecnology*, 47(1):107-124, 1994.
- MUCK, R. E. Factors influencing silage quality e their implication for management. *Journal of Dairy Science*, 71:2992-3002, 1988.
- MUCK, R. E., BOLSEN, K. K. Silage preservation and additive products. *Field Guide and Silage Management in North America*, p. 105-126, 1996.
- NOGUEIRA, F. A. S. Qualidade das silagens de híbridos de sorgo de porte baixo com e sem teores de taninos e de colmo seco e succulento, e seus padrões de fermentação em condições de laboratório. Belo Horizonte:Escola de Veterinária da UFMG, 1995. 78 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).
- NOGUEIRA, J. R. R., GONÇALVES, L. C., RODRIGUES, J. A. S. *et al.* Fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido das silagens de quatro cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.) ensilados com diferentes proporções da planta. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. Anais... Piracicaba: SBZ, 2001. p. 165-166.
- NOGUEIRA, J. R. R., GONÇALVES, L. C., RODRIGUES, J. A. S. *et al.* pH, matéria seca, proteína e nitrogênio amoniacal das silagens de quatro cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.) ensilados com diferentes proporções da planta. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. Anais... Piracicaba: SBZ, 2001. p. 166-167.
- NUSSIO, L. G. Produção de silagem de alta qualidade. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19, 1992, Porto alegre, Conferências ...Porto alegre: SSA/SCT/ABMS/EMATER-RS, EMBRAPA/CNPMS, 1992. p. 155-175.
- PAIVA, J. A. J. Qualidade da silagem da região matalúrgica de Minas Gerais. Belo Horizonte:Escola de Veterinária da UFMG, 1976. 85 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).
- PEREIRA, L. G., GONÇALVES, L. C., RODRIGUES, J. A. S., BORGES, I. *et al.* Avaliação de diferentes épocas de ensilagem da cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.). III. Densidade, matéria seca e proteína bruta das silagens. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 13, SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL, 1, 1999, Itumbiara. Resumos... Londrina:Embrapa Soja, 1999. p. 83-86. (Embrapa Soja. Documento, 135).
- RAMOS, B. M. O, SILVA, L. D. F., RIBEIRO, E. L. A. *et al.* Degradabilidade ruminal *in situ* de silagem de girassol em dois estádios vegetativos de corte com e sem adição de casca de soja. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. Anais... Piracicaba:SBZ, 2001 b. p. 1058-1060.
- RAMOS, B. M. O, SILVA, L. D. F., RIBEIRO, E. L. A. *et al.* Digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta da silagem de girassol em dois estádios vegetativos com e sem adição de casca de soja em ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. Anais... Piracicaba:SBZ, 2001 a. p. 1067-1069.
- REZENDE, A. V. Avaliação do potencial do girassol (*Helianthus annuus* L.) como planta forrageira para silagem e para associar-se ao capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) na ensilagem. Lavras:UFLA, 2001. 116 p. (Tese - Doutorado em Zootecnia).
- REZENDE, A. V., EVANGELISTA, A. R., SANTOS, R. V. *et al.* Qualidade da silagem de girassol (*Helianthus annuus* L.). Diferentes idades de maturação fisiológica na safrinha. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. Anais... Piracicaba: SBZ, 2001. p. 231-232.
- REZENDE, A. V., EVANGELISTA, A. R., SIQUEIRA, G. R. *et al.* Desempenho de cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.) para silagem em diferentes densidades de semeadura na safra. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. Anais... Piracicaba: SBZ, 2001. p. 212-213.
- REZENDE, A. V., EVANGELISTA, A. R., SIQUEIRA, G. R. *et al.* Avaliação do valor nutritivo da silagem de girassol (*Helianthus annuus* L.) em diferentes épocas de corte na safra. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. Anais... Piracicaba: SBZ, 2001. p. 234-236
- RIBEIRO, E. L. A., SILVA, L. D. F., MIZUBUTI, I. Y., ROCHA, M. A. Componentes do peso vivo em ovelhas Hampshire Down confinadas e alimentadas com diferentes silagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. Anais... Piracicaba: SBZ, 2001. p. 1002-1003.
- RODRIGUES, P. H. M., ANDRADE, S. J. T., ALMEIDA, T. F. *et al.* Valor nutritivo de silagens inoculadas com bactérias ácido lácticas. 3. Inoculação da silagem de girassol. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. Anais... Piracicaba: SBZ, 2001. p. 915-916.
- SCHEAFFER, C. C., McNEMAR, J. H., CLEARK, N. A. Potencial of sunflower of silage in double-cropping systems following small grains. *Agronomy Journal*, 69:543-546, 1977.

- SCHINGOETHE, D. J., SKKYBERG, E. W., ROOK, J. A. Chemical composition of sunflower silage as influenced by conditions of urea, dried why and sodium hydroxide. *Journal of Animal Science*, 50(4):529-625, 1980.
- SCHUSTER, W. Die sonnenblillume, line ideale Fuuterpfanze. Sunflower an ideal fodder plant. *Herbage Abstracts*, 25(4):225, 1955.
- SILVA, A. W. L., MACEDO, A. F., HOESCHIL NETO, W., ZALESKI JÚNIOR, D. A. Efeito da densidade de sementeira sobre a produtividade e composição bromatológica de silagens de girassol. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. Anais... Botucatu:SBZ, 1998. p.635-637.
- SMITH, D. Efficiency of water for extraction of total nonstructural carbohydrates from plant tissue. *Journal of Science of Food and Agricultural*, London, 22(9):445-447, 1978.
- SNEDDON, D. M., THOMAS, V. M., MURRAY, G. A. *et al.* Feeding value of sunflower silage for growing dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, v. 62, suppl. 1, p. 138, 1979 (Abstracts).
- SNEDDON, D. N., THOMAS, V. M., ROFFLER, R. E., GLEN, A. M. Laboratory investigation of hydroxide-tarted sunflower or alfafa-grass silage. *Journal of Animal Science*, 53(6):1623-1628, 1981.
- STEHLING, C. A. V. Avaliação da qualidade das silagens de quatro cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.) contendo aditivos. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2001, 64 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).
- TAN, A. S., TÜMER, S. Research on the evaluation of silage quality of sunflowers. *Anadolu, Istambul*, 6(1):45-57, 1996. (Abstract).
- THOMAS V. M., MURRAY, G. A., THACKER, D. L., SNEDDON, D. N. Sunflower silage in rations for lactating holsteins cows. *Journal of Dairy Science*, 65(2):267-270, 1982 a.
- THOMAS, V. M., SNEDDON, D. N., ROFFLER, R. E., MURRAY, G. A. Digestibility and feeding value of sunflower silage for beef steers. *Journal of Animal Science*, 54(5):933-937, 1982 b.
- TOMICH, T. R. Avaliação do potencial forrageiro e das silagens de treze híbridos de girassol (*Helianthus annuus* L.). Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1999, 131 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).
- TOSI, H., SILVEIRA, A. C., FARIA, V. P., PEREIRA, R. L. Avaliação do girassol (*Helianthus annuus* L.) como planta para ensilagem. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 4(1):39-48, 1975.
- VALDEZ, F. R., HARRISON, J. H., FRASEN, S. C. Effect of feedeing sunflower silage on milk production, milk composition, and rumen fermentation of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 71(9):2462-2469, 1988 a.
- VALDEZ, F. R., HARRISONS, J. H., DEETZ, D., FRASEN, S. C. In vivo digest-

- ibility of corn and sunflower intercropped as a silage crop. *Journal Dairy Science*, 71(7):1860-1867, 1988 b.
- VAN SOEST, P. *Nutritional ecology of the ruminant*, Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VANDERSALL, J. H. Sunflower silage for lactating cows. *Journal Animal Science*, Champaing, 42(6):1583-1584, 1976.
- VILELA, D. Aditivos para silagens de plantas de clima tropical. In: SIMPÓSIO SOBRE ADITIVOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES E NÃO RUMINANTES, 1, Botucatu: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35, 1998, p.73-108.
- WOOFORD, M. K. 1984. *The silage fermentation*. New York: Marcel Dekker, 350 p.

# CUSTO DE PRODUÇÃO DE LEITE EM SISTEMAS A PASTO E CONFINADO

Duarte Vilela<sup>1,2</sup>  
João Cesar de Resende<sup>1</sup>

## 1. Introdução

É muito grande a diversidade dos sistemas de produção de leite praticados nos vários países produtores. Em alguns, como Argentina, Nova Zelândia e Austrália, é adotada a técnica de produção de leite usando ao máximo as pastagens e, como consequência, ali se observam os custos de produção mais baixos do mundo: entre US\$ 0.10 e 0.14 o litro. De acordo com Faria & Silva (1996), há países em que o custo de produção do leite pode variar de US\$ 0.42 a 0.48/litro, como no Japão e Suíça. No Brasil, dados apresentados por Assis (1997), mostram sistemas confinados com fornecimento de silagem de milho, feno e altas quantidades de concentrados, com custos tão elevados quanto aos observados no Japão e na Suíça. Paralelamente, no entanto, o autor apresenta sistemas a pasto com custos médios de US\$ 0.12 a US\$ 0.20 por kg. Os sistemas a pasto são os mais competitivos, tendo em vista os baixos investimentos em instalações e equipamentos, quando comparados com os sistemas sob confinamento (Brookes, 1996) e geralmente têm menores custos de mão-de-obra e de alimentação (Vilela & Alvim, 1996).

Não resta dúvida de que o pasto é o mais barato de todos os alimentos, requer menos capital e tem menor impacto negativo sobre o meio ambiente quando comparado com os sistemas confinados. Pasto, na visão da moderna tecnologia, pressupõe sistemas com capacidade de suporte elevadas, porém sustentáveis, com gramíneas de alto valor nutritivo e corretamente fertilizadas. As tentativas feitas no passado de se estabelecer pastagens com gramíneas pouco exigentes em fertilidade e com uso de baixos níveis de insumos viabilizaram somente baixos níveis de produtividade, acarretando altos custos de produção em virtude de ociosidade na utilização dos fatores fixos.

<sup>1</sup> Pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Rua Engênio do Nascimento, 610 Bairro Dom Bosco, 36038-330 - Juiz de Fora, MG.

<sup>2</sup> Bolsista do CNPq, Nível I

A modernização dos sistemas de produção de leite pelo uso intensivo de pastagens, é um processo que está sendo estabelecido de maneira irreversível nas principais regiões produtoras do País. Os antigos sistemas extensivos, com baixa capacidade de suporte tendem a desaparecer. Por outro lado, se acompanhar a tendência mundial, notadamente em países da Europa e em alguns estados americanos, os sistemas totalmente confinados também vão perder espaço, voltando os sistemas a pasto com alta capacidade de suporte viabilizadas pelo uso de gramíneas mais produtivas, de melhor qualidade e que respondem bem a aplicação de fertilizantes, principalmente os nitrogenados.

## 2. Os sistemas tradicionais

Cerca de 80% do leite produzido no Brasil ainda é proveniente dos sistemas tradicionais extensivos, onde 80% das pastagens encontram-se comprometidas pela baixa fertilidade dos solos e baixo uso de tecnologia. Scalea (1997) estima que a ineficiência deste modelo esteja provocando perdas anuais de 38 milhões de arrobas de carne e 3,6 bilhões de litros de leite, equivalente a um prejuízo anual de US\$ 2.17 bilhões para o País. Na prática, a degradação das pastagens está invariavelmente associada ao empobrecimento dos solos que, por sua vez, tem a ver com taxa de lotação excessiva e contínua. A manutenção da produção das pastagens em níveis compatíveis com o potencial da planta, do solo e das condições climáticas, está diretamente associada ao manejo dispensado ao sistema como um todo. Segundo Cantarutti & Boddey (1997), a baixa fertilidade dos solos, entre outros aspectos, é o principal fator limitante da produtividade e sustentabilidade das pastagens tropicais, e a baixa disponibilidade de nitrogênio compromete a manutenção da produção de forragem. Macedo (1995) estima que, somente na Região dos Cerrados, 24 milhões de hectares de pastagens encontram-se em diferentes estádios de degradação e acredita que a simples troca do gênero *Brachiaria*, principalmente a *Brachiaria decumbens*, por outras gramíneas com maior potencial de resposta à fertilização nitrogenada, poderá elevar em vinte vezes a produtividade da pecuária de corte e de leite, atualmentê na faixa de 30 kg de peso vivo e 1.000 kg de leite por ha por ano.

Segundo Camargo (1994), os sistemas de produção de leite a pasto podem ser divididos em quatro grupos: a) produção extensiva

exclusivamente a pasto; b) produção extensiva a pasto com suplementação volumosa na época da seca; c) produção intensiva exclusivamente a pasto; e d) produção intensiva a pasto com suplementação volumosa na seca. Os dois primeiros são os mais utilizados no Brasil e caracterizam-se pela baixa produtividade dos fatores de produção. O terceiro sistema encontra limitações pelo preço diferenciado do leite de acordo com a época do ano e pela estacionalidade de produção das forrageiras. Já o quarto sistema, definido também como semiconfinamento, baseia-se na produção intensiva com forrageiras de produção elevada na época das chuvas, suplementação com volumoso na seca e concentrado durante todo o ano. A maior restrição deste sistema é a incompatibilidade entre o preço do leite e seus custos de produção. A produção concentra em época de preços mais baixos, ainda que nos últimos anos esse quadro está tendendo a mudar.

O primeiro fator limitante da adoção do sistema de produção intensiva de leite somente a pasto está deixando de ter importância com o uso de novas tecnologias de processamento e distribuição de leite fluido no Brasil. A grande surpresa desse segmento é o crescimento vertiginoso do leite longa vida (UHT). O segundo fator limitante, a estacionalidade de produção das gramíneas forrageiras, pode ser minimizado por meio de estratégias como: suplementação volumosa na seca, fertilização, irrigação, utilização de gramíneas tropicais com produção mais expressiva no inverno, utilização de forrageiras de inverno, a própria rotação de culturas e a produção de leite de acordo com a estação de crescimento das forrageiras tropicais (produção estacional).

### 3. Os sistemas futuros de produção de leite

Os sistemas que devem prevalecer são aqueles em que os animais recebem forragem no cocho somente nos meses de baixa produção das pastagens, sendo que, no restante do ano, tem-se o pasto como fonte exclusiva de volumoso. O concentrado será fornecido em condições especiais, em quantidades mínimas e variáveis de acordo com o rendimento do animal e da pastagem. Nos sistemas futuros não haverá mais espaço para forrageiras com baixos níveis de produtividade e de qualidade. Falharam as tentativas feitas no passado de se trabalhar em sistemas com baixos níveis de insumos ou consorciar as gramíneas tropicais com leguminosas. As forrageiras do futuro, além de apresentar qualidades especiais em nutrientes,

obrigatoriamente deverão exibir grande resposta à aplicação de fertilizantes e de irrigação. Ganhará espaço a fertilização convencional com macronutrientes, principalmente o nitrogênio (N), que segundo as pesquisas, será o principal insumo para a produção de leite no futuro, em substituição aos tradicionais e caros concentrados protéicos e energéticos.

Segundo Crespo et al. (1986) o N, enquanto disponível no solo, é o principal nutriente capaz de maximizar a produção de uma forragem. Para Minson (1981), sua aplicação pode modificar a digestibilidade da forragem produzida. Herrera & Ramos (1977) mostra que a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) do *coast-cross* é de 43,5% na ausência da adubação nitrogenada e de 50,5%, quando adubado com 100 kg/ha de N. Vários estudos, entre eles o de Cowan (1995), têm demonstrado resposta acentuada na produtividade dos animais e da pastagem a doses crescentes de adubação nitrogenada. Herrera & Hernandez (1988) também concluíram que a adubação nitrogenada melhora a digestibilidade e conseqüentemente o consumo da forragem pelo animal em pastejo. Para Herrera et al. (1986), a adubação nitrogenada aumenta a produção e melhora a relação folha/colmo e o teor de proteína bruta.

Por outro lado, existem poucas informações que possibilitem uma avaliação segura sobre a viabilidade econômica do uso intensivo da fertilização nitrogenada em pastagens tropicais associada à irrigação. A resposta à irrigação ainda tem sido controversa, principalmente em função da região, da espécie forrageira e do nível de insumos empregados. Na Região Sudeste do Brasil, trabalhos conduzidos pela Embrapa Gado de Leite mostraram ser economicamente viável a irrigação associada a adubações anuais de 200 kg/ha de N em pastagens dos gêneros *Pennisetum* e *Cynodon*. Na região semi-árida do Norte de Minas Gerais, a irrigação de pasto de *Pennisetum purpureum* Schum., adubado com 300 kg de N/ha/ano, possibilitou, segundo Cruz et al. (1996), uma taxa de lotação de 7 vacas/ha, produção diária de 88,3 kg de leite/ha e rentabilidade média mensal de US\$ 223,00/ha. Vilela & Alvim (1996) mostram também que a irrigação foi eficiente quando estrategicamente utilizada durante o pastejo rotativo em *coast-cross* na Zona da Mata de Minas Gerais, o mesmo acontecendo com o capim-elefante, no Norte de Minas Gerais, segundo Matos (1997). Um ponto importante a considerar no caso da irrigação é a competição entre a exploração do leite com outros produtos de valor agregado mais elevado. Possivelmente, a pecuária leiteira não poderia concorrer economicamente

com outra atividade agrícola mais rentável no uso de um investimento para irrigação.

#### 4. Potencialidades das pastagens tropicais para a produção de leite

No Quadro 1 são apresentados alguns resultados de pesquisa com animais mestiços Holandês/Zebu em pastagens durante o período das chuvas. Percebe-se que, mesmo considerando forrageiras menos produtivas, como a *B. decumbens*, chega-se uma média diária de produção de leite de 40,3 kg/ha/dia, com uma capacidade de suporte de 3,7 vacas/ha. Considerando somente o capim-elefante e o *coast-cross*, variedades mais produtivas e com melhor resposta à fertilização, a média sobe para 56 litros por dia e a capacidade de suporte para aproximadamente 5 vacas/ha. Mesmo considerando a hipótese de que nos seis meses restantes do ano a produção seja nula, estes dados levam a uma produção anual de 20.000 litros/ha/ano, vinte vezes maior que a produção observada por Macedo (1995) nos sistemas extensivos brasileiros.

Quadro 1- Desempenho de vacas mestiças HZ em pastagens tropicais, no período chuvoso (primavera/verão).

Espécie (Nome Comum) + Fertilização Nitrogenada (N)	Lotação vaca/ha	Produção de Leite		Fonte
		kg/vaca/dia	kg/ha/dia	
<i>B. mutica</i> (Angola) + 125 kg N	1,8	9,7	17,4	Alvim et al. (1995)
<i>B. decubens</i> (Braquiária) + 120 kg N	3,3	7,0	23,3	Rossini (1996)
<i>D. decubens</i> (Pangola) + 50 kg N	2,5	10,0	25,0	Aronovich et al. (1965)
<i>S. sphacelata</i> (Setária) + 100 kg N	2,7	10,4	28,0	Alvim et al. (1995)
<i>P. maximum</i> (Colômbia)	4,0	11,1	44,2	Leal (1995)
<i>C. dactylon</i> (coast-cross) + 400 kg N	3,6	13,1	43,8	Martinez et al. (1980)
<i>P. purpureum</i> (C. elefante) + 100 kg N	4,7	11,7	55,0	Mozzer (1986)
<i>P. purpureum</i> (C. elefante) + 200 kg N	5,0	13,5	60,1	Deresz (1994)
<i>P. purpureum</i> (C. elefante) + 200 kg N	6,0	11,0	65,8	Deresz et al. (1990)
Média	3,7	10,9	40,3	

O pasto deve ser a principal fonte de nutrientes para o animal mas é necessário que seja bem manejado e formado com espécies de potencial forrageiro elevado. Nessas condições, é possível reduzir o fornecimento de concentrados e ainda chegar a elevadas produções. Segundo Hodgson (1990) e Holmes (1996) o método de pastejo (se contínuo ou rotativo) tem relativamente pouco efeito sobre a produção quando a forragem é suficiente para manter os requerimentos dos animais. Contudo, em alguns sistemas

intensivos observados na Nova Zelândia, onde as vacas utilizam pasto o ano todo, é necessário limitar diariamente a área da pastagem, e isso só pode ser feito com maior facilidade pelo sistema de pastejo rotativo, favorecendo um manejo mais racional. Os métodos mais recentes focalizam o uso máximo de folhas dessas pastagens, além, naturalmente, de considerar o potencial genético dos animais.

A participação do concentrado na dieta de vacas em lactação assume maior ou menor importância em razão também do potencial de produção de leite do animal. Martinez et al. (1980) e Cowan (1995) afirmam que o limite de produção de leite de vacas em pastagens tropicais, sem concentrados, não excede a 4.500 kg/vaca/lactação, com a qualidade e digestibilidade do pasto determinando esse limite. Em sistemas com maiores produtividades é fundamental que se recorra à suplementação com concentrados. Davison (1990) afirma que o uso de concentrados deve estar relacionado ao custo, à quantidade e à participação da forragem na dieta, com a margem líquida crescente com o menor preço do concentrado, maior o preço do leite e maior a produção das vacas. Cowan (1995) mostra que nível e tipo de proteína do concentrado também afeta os custos de produção.

#### 5. Potencial de produção de leite em pastagens de coast-cross

Na Embrapa Gado de Leite, a partir de 1992, foram conduzidos os primeiros trabalhos de pesquisa com o objetivo de encontrar a melhor forma de manejar a pastagem de *coast-cross* para maximizar a produção de leite utilizando vacas da raça Holandesa com potencial entre 5.000 e 7.500 kg/lactação. No período de abril de 1992 a janeiro de 1993, foram comparados dois sistemas de produção de leite. Um sistema com pastagens de *coast-cross* com manejo intensivo e o outro com confinamento total. No sistema confinado as vacas foram mantidas em instalações do tipo *free-stall*, recebendo dieta completa, à vontade, à base de silagem de milho e concentrado, variando a relação volumoso : concentrado em função do estágio da lactação. No sistema a pasto a pastagem foi manejada rotativamente e os piquetes divididos com cerca elétrica. O pastejo foi conduzido com um dia de ocupação com descanso de 32 dias no período e 25 no período chuvoso. Usou-se, por ha, adubação anual com 360 kg de N, 80 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 280 kg de K<sub>2</sub>O, parcelada em dez aplicações. No período de seca a pastagem era irrigada. As vacas somente saíam da pastagem nos horários das ordenhadas. Recebiam diariamente 3 kg do concentrado a base de fubá de milho (48%), farelo de soja (35%), farejo de trigo (15%), calcário

calcítico (1%), mistura mineral (1%) e, no primeiro terço da lactação, bicarbonato de sódio (1%). Este mesmo concentrado era fornecido também aos animais do sistema confinado. Na pastagem as vacas também tinham

Quadro 2. Composição química das dietas utilizadas nos dois sistemas de produção e a relação silagem de milho/concentrado (SM:C).

Dieta	Fases (semanas)		
	1 – 12	13 – 26	27 – 40
<b>Dieta completa</b>			
Matéria seca (%)	61,5	57,0	38,2
Proteína bruta (% na MS)	17,7	15,7	12,0
FDN (% na MS)	42,2	44,2	52,2
DIVMS (% na MS)	74,2	65,1	68,4
Relação SM:C	45:55	55:45	74:26
<b>Pasto de coast-cross</b>			
Matéria seca (%)	22,7	23,6	24,1
Proteína bruta (% na MS)	17,0	16,4	17,2
FDN (% na MS)	60,3	65,9	59,1
DIVMS (% na MS)	63,4	66,2	61,7

Fonte: Vilela et al. (1996)

livre acesso à sombra artificial, proporcionada por sombrite. A qualidade dos alimentos empregados nos diferentes períodos de avaliação pode ser observada na Quadro 2.

Os resultados obtidos, apresentados no Quadro 3, mostram que a produção de leite de vacas mantidas em pastagem de *coast-cross*, adubada

Quadro 3. Consumo de alimentos e produção de leite de vacas Holandesas, em dois sistemas de manejo (confinamento total e em pastagens de *coast-cross*).

Período (semanas)	Consumo de matérias Seca (Kg/vaca/dia)					
	Confinamento		Pastagem		Produção de Leite (kg/vaca/dia)	
	Silagem	Concentrado	Coast-cross	Concentrado	Confinamento	Pastagem
1 a 12	7,8	9,5	11,0	2,6	25,0	20,8
13 a 26	8,1	6,6	11,3	2,6	20,6	17,1
27 a 40	12,4	3,9	13,4	2,6	16,6	12,1
Média (1 a 40)	9,4	6,7	11,9	2,6	20,6	16,6

Fonte: Vilela et al. (1996).

e irrigada estrategicamente, quando suplementada diariamente com 3 kg de concentrado, foi de 20,8 kg/dia, em média, nas primeiras 12 semanas de avaliação, e de 16,6 kg/dia, na média de todo período avaliado.

A taxa de lotação média da pastagem foi de 5,8 vacas/ha, com produção média de leite de 96,3 kg/ha/dia. A produção dos animais mantidos em confinamento foi, durante 40 semanas, de 20,6 kg/vaca/dia, com teor de gordura de 3,7%, semelhante ao teor de gordura do leite proveniente das vacas a pasto.

Em 1993 foi dada continuidade aos trabalhos de pesquisa em pastagens de *coast-cross* utilizando vacas com produção ao redor de 6.000 kg/lactação. Os tratamentos consistiram em fornecer 3 e 6 kg/vaca/dia de concentrado a dois grupos de vacas, ambos mantidos em pastagem de *coast-cross* durante o ano todo. O manejo da pastagem e o concentrado utilizado foram semelhantes aos do experimento anterior. A qualidade do pasto no período chuvoso e no seco pode ser observada no Quadro 4.

Quadro 4. Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN) e DIVMS no *coast-cross*.

Estação	Composição química			
	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	DIVMS (%)
Outono/inverno (período seco)	27,5	15,6	60,7	64,6
Primavera/verão (período chuvoso)	25,2	19,9	53,1	68,3

Fonte: Alvim et al. (1997)

Os resultados indicaram, para vacas com peso vivo de 576 kg, uma taxa de lotação média de 8 e 4,2 UA/ha, respectivamente nos períodos chuvoso e seco. As vacas que receberam 3 e 6 kg de concentrado produziram, em média, 16,9 e 20,0 kg de leite durante 365 dias de avaliação, respectivamente (Quadro 5).

Quadro 5. Produção de leite e taxa de lotação com vacas Holandesas em pastagem de *coast-cross* nos períodos chuvoso (primavera/verão) e seco (outono/inverno).

Concentrado (Kg/vaca/dia)	Produção leite (Kg/vaca/dia)			Lotação (UA/há)		
	Primavera verão	Outono inverno	Média	Primavera Verão	Outono inverno	Média
3	17,3	16,5	16,9	7,5	3,8	5,7
6	20,5	19,5	20,0	8,3	4,7	6,6

Fonte: Alvim et al. (1997)

O fornecimento de 6 kg de concentrado/vaca/dia resultou no aumento médio de 1,0 kg de leite por quilo extra de concentrado fornecido em relação ao fornecimento de 3 kg. Pelos custos relativos, essa substituição somente será viável economicamente se o preço do leite for igual ou superior ao preço do concentrado. Fixando-se os custos operacionais e tomando o preço do leite a US\$ 0.14/kg (setembro/2001), a margem bruta, ou seja, a diferença entre a receita obtida pela venda do leite e as despesas com os animais a pasto, recebendo 3 e 6 kg/vaca/dia de concentrado, foi de respectivamente US\$ 598.80 e US\$ 628.97/vaca/ano, induzindo um incremento de US\$ 30.17/vaca/ano na margem bruta a favor do fornecimento de 6 kg de concentrado. O pico de lactação observado aos 60 dias pós-parto foi 22,7 e 20,6 para as vacas recebendo 6 e 3 kg de concentrado, respectivamente. As vacas que receberam 3 kg de concentrado apresentaram menor persistência de lactação e queda mais intensa de produção de leite ao longo da lactação.

Em pesquisa realizada recentemente, observou-se que o primeiro cio ocorreu em média aos 122 e 99 dias pós-parto para as vacas recebendo 6 e 3 kg de concentrado, respectivamente, o que indica atraso no aparecimento do estro podendo comprometer a sustentabilidade do sistema. O problema foi ainda maior ao analisar o número de inseminações por vaca, que interfere diretamente no período de serviço e intervalo entre partos. Vacas recebendo 6 kg de concentrado necessitaram de 1,33 e 1,75 inseminações por prenhez, para as paridas no inverno e verão, respectivamente. Já as que receberam 3 kg de concentrado necessitaram de 1,78 e 2,75 inseminações por prenhez (dados não concluídos). O problema reprodutivo se agravou nas vacas paridas no verão. O estresse térmico, pode ter sido responsável pelo maior número de repetições de cios nessas vacas. O baixo escore corporal dos animais, que recebiam 3 kg de concentrado, também pode ter prejudicado o desempenho reprodutivo do sistema. Entretanto, é cedo para tirar maiores conclusões em relação ao comportamento reprodutivo, uma vez que a pesquisa será conduzida por mais duas lactações.

Dando continuidade às pesquisas anteriores, em 1994/95 iniciou-se outro experimento no qual se comparou o fornecimento de 1.620 kg/vaca de concentrado distribuído de duas maneiras: uma quantidade fixa de 6 kg diários durante 270 dias da lactação, e na outra a distribuição da quantidade total de forma decrescente, em 9; 6 e 3 kg/vaca/dia, nos períodos

de 0 a 90 dias; 91 a 180 e 181 a 270 dias de lactação, respectivamente.

Nos primeiros 90 dias de avaliação, a produção de leite das vacas que receberam diariamente quantidade fixa de 6 kg de concentrado foi de 21,5 kg/vaca/dia, e as que receberam quantidade variada de concentrado, ou seja, 9 kg/vaca/dia no período, a produção de leite foi de 25,3 kg/vaca/dia. Nos períodos subseqüentes, as produções de leite foram de 19,8 e 20,6; 14,2 e 13,4 kg/vaca/dia, respectivamente, para os períodos de 91 a 180 e 181 a 270 dias, com as vacas recebendo concentrados em quantidade fixa e decrescente. No total dos 270 dias de avaliação, a média de produção de leite foi de 18,5 e 19,8 kg/vaca/dia, respectivamente, indicando, para as condições em que foi desenvolvido esse trabalho, um incremento da ordem de US\$ 54.08/vaca na margem bruta, quando se forneceu o concentrado de forma decrescente. Essa estratégia de fornecimento de concentrado pode ser recomendada, uma vez que não implica aumento nos outros custos da atividade e mostrou ser viável comparando-se com os resultados obtidos nos anos anteriores (Quadro 6).

Quadro 6. Taxa de lotação e produção de leite em pastagem de *coast-cross* na Embrapa Gado de Leite.

Ano	Concentrado kg/vaca/dia	Lotação UA/ha <sup>1</sup>	Dias de avaliação	Produção de leite(kg/dia)	
				por vaca	por ha
92/93	3,0	5,8	280	16,6	74,0
93/94	3,0	5,7	365	16,9	75,2
	6,0	6,6	365	20,0	101,0
94/95	6F <sup>2</sup>	6,7	270	18,5	97,8
	9-6-3 V <sup>3</sup>	7,3	270	19,8	101,4
96/97	9-6-4 V <sup>4</sup>	5,7	273	17,7	72,4
	9-6-3 E <sup>5</sup>	5,8	273	20,0	80,7
97/98	9 GV1 <sup>6</sup>	6,2	100	19,4	97,0
	9 GV2 <sup>7</sup>	6,2	100	22,1	110,5

<sup>1</sup>Total: Consideram-se vacas experimentais e vacas extras; <sup>2</sup>F = Fixo; <sup>3</sup>V = Variável; <sup>4</sup>N = Variável e Energia normal;

<sup>5</sup>E=Variável e Energia extra; <sup>6</sup>GV1= Concentrado com 22% PB e 75% NDT; <sup>7</sup>GV2 = Concentrado com 19% PB e 85% NDT.

Em 1996/1997, o objetivo do trabalho foi avaliar o fornecimento de concentrado com uma fonte comercial de energia protegida para aumentar a densidade energética da dieta no terço inicial da lactação de vacas puras Holandesas mantidas em pastagens de *coast-cross*. Um grupo de vacas

recebia concentrado nas quantidades de 9, 6 e 3 kg/vaca/dia durante os três períodos de avaliação, ou seja, 0 a 90; 91 a 180 e 181 a 273 dias, respectivamente. O outro grupo recebia a mesma alimentação acrescida, no primeiro período de avaliação, de 700 g/vaca/dia da fonte extra de energia. O pasto foi adubado com NPK após os pastejos e irrigado estrategicamente. As produções de leite nos três períodos foram de 24,5 e 21,3; 19,8 e 16,8; 15,7 e 14,9 kg/vaca/dia, respectivamente para os dois grupos de vacas que recebiam o concentrado com ou sem fonte extra de energia. A análise de variância indicou aumento ( $P < 0,05$ ) na produção de leite com a fonte extra de energia (independentemente do período de avaliação); contudo, não foi viável economicamente. A taxa de lotação das pastagens para os dois grupos de vacas foram de aproximadamente 5,7 UA/ha, o que permitiu produção média de leite por áreas de 80,7 e 72,4 kg/ha/dia, respectivamente.

Em 1997/1998 foi conduzido trabalho com o objetivo de avaliar o efeito do fornecimento de soja integral tostada como parte da dieta de vacas Holandesas no primeiro terço de lactação mantidas em pastagem de *coast-cross*. Um grupo de vacas (GV1) recebia concentrado comercial, o outro grupo (GV2) recebia concentrado formulado baseando-se na composição química do pasto, sendo este composto de fubá de milho (62%) soja integral tostada (35%), mistura mineral e calcário calcítico (3%). As composições dos concentrados, em termos de proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT) foram de, respectivamente, 22,0 e 75,0% para o GV1 e de 19,5 e 85,0% para o GV2. Foram utilizadas seis vacas Holandesas puras no estágio inicial de lactação, com peso vivo médio de 576 kg e com produção de leite na lactação anterior não inferior a 6.000 kg/lactação, distribuídas inteiramente ao acaso nos dois grupos. A quantidade de concentrado fornecida nos primeiros 100 dias de lactação, em ambos os grupos, foi de 9 kg/vaca/dia, sendo distribuída em duas porções iguais durante as ordenhas. O pastejo foi rotacionado durante o período de novembro de 1997 a março de 1998 usando-se cerca elétrica, com um dia de ocupação e 25 dias de descanso. O *coast-cross* foi adubado com NPK após os pastejos e irrigado estrategicamente. A matéria seca disponível e a matéria seca residual do pasto durante o período de avaliação foram de 5.716 e 3.417 kg/ha. Os teores médios de matéria seca (MS), PB, fibra detergente neutro e digestibilidade *in vitro* da matéria seca do pasto de *coast-cross*, durante o período em estudo, foram de 25,2 19,9. 53,1 e 68,3%, respectivamente. As produções de leite corrigidas para 3,5% de gordura foram de, 18,7 e 24,3

kg/vaca/ha respectivamente para os grupos GV1 e GV2. As análises de variância indicaram aumento ( $P < 0,07$ ) na produção de leite corrigida para 3,5% de gordura com a utilização da soja integral tostada (GV2). A taxa de lotação média foi de 6,2 vacas/ha, o que permitiu produção de leite por área durante 100 dias de 12.152 e 13.764 kg/ha para GV1 e GV2, respectivamente. Conclui-se que, com o fornecimento de concentrado com soja integral tostada, as vacas aumentaram a produção e o teor de gordura do leite (de 3,4 para 4,1%), proporcionando também margem bruta 38% superior.

De janeiro de 1998 a março de 1999, avaliaram-se, nas mesmas condições, os efeitos de três doses de nitrogênio (100, 250 e 400 kg/ha/ano), sobre a qualidade do pasto e a produção de leite de vacas Holandesas. Os resultados médios não indicaram diferenças entre os teores de proteína bruta do pasto (15,2; 15,6 e 15,8%) e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (62,1; 63,4 e 62,9%), assim como na produção de leite (17,4; 17,8 e 18,0 kg/vaca/dia). A taxa de lotação foi de 4,6; 5,3 e 5,3 vacas/ha, o que permitiu uma produção por área de 25.292; 29.211 e 30.146 kg/ha/316 dias, respectivamente. Em termos anuais e por ha, a produção de leite na dosagem de 100 kg foi inferior a de 250 kg, que por sua vez não diferiu estatisticamente da dosagem de 400 kg (Alvim et al. 1997).

Neste período, os autores também avaliaram diferentes cultivares de *Cynodon* do grupo das bermudas e das estrelas, sob condição de pastejo rotacionado sem irrigação, utilizando vacas secas como instrumento de corte. Concluíram, após dois anos, que, entre as bermudas, e cultivar que apresentou melhor cobertura do solo, vigor de rebrota, produção de matéria seca e capacidade de suporte, foi a Florakirk, acompanhada de perto pela Florona. Contudo, prosseguindo a pesquisa por mais dois anos, percebeu-se que a Florakirk não mantinha a mesma persistência anterior, indicando possibilidade de a cultivar não tolerar períodos longos de pastejo, sendo mais indicado para corte.

## 6. Potencial de produção de leite em pastagens de alfafa

A utilização da alfafa sob pastejo tem sido o método com maior potencial para se atingir maiores produtividades de leite por unidade de área. Por outro lado, Southwood & Robards (1975) tecem críticas a este sistema devido a problemas na persistência da planta. Segundo Mace (1980, 1982) podem ocorrer problemas de timpanismo, como alguns já verificados

na Nova Zelândia, mas normalmente ocorrem em animais susceptíveis e podem ser controlados de forma eficiente.

Nas condições de clima tropical existem poucos trabalhos de pesquisa sobre a produção de vacas em pastagens de alfafa. Vilela et al. (1994) avaliaram dois sistemas de manejo de vacas de alto potencial de produção de leite: um tendo o pasto de alfafa como único alimento e o outro com os animais em confinamento total. Os principais resultados deste estudo são apresentados a seguir. A composição química da pastagem utilizada pode ser observada no Quadro 7.

Quadro 7. Composição química do pasto de alfafa em três épocas de avaliação.

Parâmetro	Período			Média
	Abril a junho	Julho a setembro	Outubro a dezembro	
Matéria seca (%)	16,6	20,1	17,4	18,1
Proteína bruta (% MS)	26,1	26,8	24,4	25,9
FDN (% MS)	39,8	35,5	45,0	40,1
DIVMS (% MS)	72,0	72,5	65,2	69,9

Fonte: Vilela et al. (1994)

Os resultados principais de produção, composição do leite e custos operacionais desta pesquisa são apresentados no Quadro 8.

Quadro 8. Produção de vacas em pastagem de alfafa e em confinamento em 35 semanas, percentagem de gordura do leite.

Produção de leite (kg/vaca/dia)	Pastagem	Confinamento
Semanas 1 a 10	23,6 ± 0,5	25,1 ± 0,2
Semanas 11 a 23	23,2 ± 0,6	21,4 ± 0,3
Semanas 24 a 35	16,7 ± 0,6	16,7 ± 0,4
Total das 35 semanas	20,0 ± 0,2	20,9 ± 0,1
Teor de gordura (%)	3,5 ± 0,3	4,1 ± 0,1
Produção de leite 4% MG (kg/vaca/dia)		
Semanas 1 a 10	21,3 ± 0,9	25,5 ± 0,1
Semanas 11 a 23	19,0 ± 1,2	21,6 ± 0,7
Semanas 24 a 35	16,2 ± 1,6	17,3 ± 0,9
Total das 35 semanas	18,6 ± 0,8	21,2 ± 0,4

Fonte: Vilela et al. (1994).

Os autores concluíram que o pasto de alfafa como alimento exclusivo para vacas em lactação é viável, por apresentar potencial para suportar 3,0 vacas/ha e proporcionar produção média de leite de 20,0 kg/vaca/dia, atingindo, no início da lactação, 23,6 kg/vaca/dia, sem comprometer o peso vivo e a eficiência reprodutiva dos animais. Além do mais, não foi observado nenhum caso de timpanismo nos animais estudados.

Castillo et al. (1992, 1993) afirmaram que produções diárias de leite de 18 a 24 kg/vaca/dia têm sido obtidas com alimentação exclusiva de alfafa sob pastejo. Gallardo et al. (1992) obtiveram produções diárias de leite de 24,7 kg/vaca no terço inicial da lactação, afirmando que acima deste nível é necessário utilizar concentrados. Segundo Conrad & Ribs (1965), citados por Van Keuren & Marten (1988), a suplementação do pasto de alfafa com concentrado tem sido viável economicamente, sendo prática comum para o caso de vacas com produção diária acima de 25 kg de leite (Quadro 9).

Quadro 9. Produção de leite em pastagem de alfafa, no primeiro terço da lactação, em pastejo rotativo, com um dia de ocupação em cada piquete.

Autor	Pasto	Pasto+suplemento	Suplemento
	kg/vaca/dia		
Castillo et al. (1993)	19,1	26,6	Fuba de milho (6,0 kg/vaca/dia)
Castillo et al. (1992)	21,0	23,1	Semente de algodão (2,0 kg/vaca/dia)
	-	22,6	Sorgo em grãos (3,5 kg/vaca/dia)
Gallardo et al. (1992)	24,7	28,3	Farelo de trigo (7,0 kg/vaca/dia)
Castro et al. (1993)	18,4	-	Sem suplemento
Vilela et al. (1994)	23,6	-	Sem suplemento
Combs et al. (1991)	-	35,0	Concentrado (21,6%PB) 14 g/vaca/dia
Variação	18,4 a 24,7	22,6 a 35,0	

Isso estimula o desenvolvimento de trabalhos com suplementação do pasto de alfafa com alimentos concentrados, principalmente os de origem protéica com baixos níveis de degradabilidade no rúmen. Por outro lado, a suplementação da pastagem de alfafa é assunto complexo, uma vez que vários fatores interferem na sua eficiência, como a disponibilidade e a qualidade do pasto, o tipo de suplemento, o potencial genético do animal e o ambiente, principalmente em condições tropicais. Após a energia, há evidências de que a principal limitação para otimizar a produção de leite de vacas recebendo alimentação volumosa de alfafa, principalmente em estágio

inicial de floração, é a fonte de proteína mais resistente à degradação ruminal. Segundo Combs et al. (1992) e Faldet & Satter (1991), embora a alfafa apresente elevado teor de proteína bruta, estima-se que 75% dessa proteína seja degradada no rúmen. Combs et al. (1991) encontraram teor de gordura do leite mais alto (3,7%) para vacas em sistemas de confinamento total do que para vacas em pastagens de alfafa (3,2%). Isso mostra a necessidade de suplementar vacas com produção diária acima de 25 kg com fontes de fibra longa, caso o pasto de alfafa seja o seu alimento exclusivo. As produções de leite não-corrigidas e corrigidas para 3,5% de gordura foram 33 *versus* 35 kg/vaca/dia e 30 *versus* 31 kg/vaca/dia, respectivamente.

Considerando a composição química do pasto de alfafa e as exigências em proteína e energia de vacas da raça Holandesa, a forragem consumida, normalmente, apresenta desequilíbrio na relação energia/proteína ao longo do ano. Este desequilíbrio está relacionado com altas concentrações de proteína fermentada no rúmen, e com uma série de efeitos negativos daí decorrentes sobre a produtividade dos animais, sendo necessário neutralizar o excesso de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) no rúmen, quando os animais utilizam o pasto de alfafa como único alimento. Comeron et al. (1990), Castillo et al. (1992 e 1993), Castillo & Gallardo (1995) indicam que uma concentração ótima de nitrogênio amoniacal no rúmen pode variar de 5 a 25 mg/% de N-NH<sub>3</sub>, dependendo das características da dieta. Segundo Castillo et al. (1993), os valores obtidos com animais em pastagem de alfafa sempre se encontram acima dos níveis mencionados, indicando a necessidade de utilizar suplemento energético durante todo o ano. O Quadro 10 apresenta resultados de avaliação da suplementação energética sobre a produção de leite e o ambiente no rúmen.

Quadro 10. Suplementação do pasto de alfafa com milho moído e efeitos sobre a produção e composição do leite e o ambiente ruminal.

Parâmetros	Níveis de milho moído (kg/vaca/dia)			
	0	2,1	4,1	6,3
Produção de leite (kg/vaca/dia)	19,1	22,7	24,4	26,6
Gordura do leite (%)	3,2	3,1	3,1	3,1
N-NH <sub>3</sub> ruminal (mg %)	37,2	33,0	30,7	28,9
pH ruminal	6,3	6,2	6,1	6,0
Uremia (mg%)	42,4	37,1	35,1	31,6

Fonte: Castillo et al. (1993)

Comeron et al. (1990) e Vilela et al. (1994) verificaram que, com pequena suplementação (menos de 15% do total da forragem consumida), ou mesmo sem suplementação, vacas Holandesas, em pastagem de alfafa, suportam produções de 5.500 a 6.000 kg/lactação. Estas produções têm sido obtidas com dieta ao redor de 67% de digestibilidade e 18% de proteína bruta na matéria seca. A qualidade média do pasto de alfafa tem sido semelhante ou superior a esta ao longo do ano, conforme dados apresentados no Quadro 7. Se o objetivo for aumentar os índices de produtividade do sistema, pelo aumento da taxa de lotação ou maior produção por animal, deve-se recorrer à suplementação com concentrados ou forragens conservadas, de qualidade igual ou superior a do pasto disponível, para que o consumo e, conseqüentemente, a produção de leite não sejam afetados.

A suplementação do pasto de alfafa com alimentos volumosos com maior concentração energética, como a silagem de milho, traz maiores benefícios para a produção de leite, apresentando grandes perspectivas para utilização nos futuros sistemas de produção. Além do mais, constituem numa eficiente fonte de energia e fibra para equilibrar a dieta, permitindo até aumentar a taxa de lotação da pastagem. A suplementação com feno, ainda que mais complexa, em conseqüência de sua qualidade quando relacionada com a qualidade do pasto da alfafa, é uma saída estratégica para situações de baixa disponibilidade de pasto ou taxa de lotação excessiva.

O consumo de matéria seca de alfafa está diretamente relacionado com a disponibilidade de forragem no pasto. Com uma oferta média anual de aproximadamente 50 g de matéria seca/kg de PV, Vilela et al. (1994) obtiveram resultados de consumo médio de aproximadamente 30 g/kg de PV. Castillo & Gallardo (1995), na Argentina, chegaram a resultados semelhantes, com disponibilidade de 50 g MS/kg de PV e 55% de eficiência de pastejo. Uma outra característica positiva da alfafa é a estabilidade na produção anual de forragem, relativa a outras forrageiras tropicais, o que garante uma uniformidade maior da produção de leite.

Na Região Sudeste, a experiência de Vilela et al. (1994) indicou que vacas da raça Holandesa, mantidas 24 horas em pastagem de alfafa, interrompiam o pastejo nas horas mais quentes do dia, compensando no final da tarde e durante parte da noite, totalizando 8 horas/dia de pastejo. Concluíram que este tempo foi suficiente para consumirem nutrientes para a produção diária de até 20 kg/vaca, sem qualquer suplemento. Segundo Cowan (1996), quando a temperatura máxima ambiente excede 27°C, o

consumo e conseqüentemente a produção de leite podem ser limitados em decorrência do estresse térmico. Deve-se buscar alternativas para amenizar este problema. Um caminho é a disponibilização de sombras na área de pastagem para refúgio dos animais nas horas mais quentes do dia.

Produções superiores a 6.000 kg/vaca/lactação ou mesmo 16.000 kg/ha/ano têm sido relatadas em pesquisas conduzidas na Argentina (Castilho & Gallardo, 1995) e nos Estados Unidos (Combs et al., 1991). No Brasil, os níveis mais altos de produção obtidos são os relatados por Vilela et al. (1994), que, em 245 dias de pastejo em alfafa, com taxa de lotação média de 3,0 vacas/ha, registraram produção por área de 15.876 kg/ha, correspondente a 54 kg/ha/dia, o que equivale, em termos de produção anual, à produção de 19.710 kg/ha de leite. Combs et al. (1991) encontraram taxa de lotação do pasto de alfafa, suplementado com concentrado na proporção de 2,5 kg de leite para cada kg de concentrado, de 3,4 vacas/ha durante 98 dias, registrando produção de 11.662 kg/ha, o que corresponde a 119 kg/ha/dia. Naturalmente, a suplementação com concentrados pode elevar tanto a taxa de lotação quanto a produção individual de leite, com reflexos positivos na produção por área, tornando-se necessários estudos nesta direção. De qualquer forma as pesquisas permitem afirmar que a alfafa utilizada em pastejo é alternativa com excelente potencial para ser explorada na produção comercial de leite.

Quadro 11. Composição do custo de implantação e custo anual de utilização da pastagem de *coast-cross* na Embrapa Gado de Leite.

	US\$/ha	%
<b>Custo de implantação:</b>		
Plantio e estabelecimento	352,13	100
<b>Custo de utilização</b>		
Fertilizantes	385,35	61,5
Irrigação	120,11	19,2
Cercas	66,31	10,6
Outros <sup>1</sup>	54,96	8,7
Custo médio de utilização da pastagem	626,73	100

<sup>1</sup>Refere-se à depreciação do capital de formação e juros sobre capital de formação e de manutenção  
Fonte: Resende (1996), atualizados para preços de setembro de 2001

Quadro 12. Custos operacionais, receitas e margens brutas dos sistemas de produção de leite com vacas Holandesas puras em pastagem de *coast-cross* e em confinamento

	US\$/vaca/40 semanas	
	Confinamento	Pastagem
<b>Custos operacionais</b>		
Pastagem de <i>coast-cross</i>	0,00	99,05
Silagem de milho	116,21	0,00
Concentrado	301,84	117,60
Free-stall	24,45	0,00
Outros <sup>1</sup>	41,94	0,00
<b>Total (a)</b>	<b>484,43</b>	<b>216,65</b>
<b>Receita bruta (leite vendido<sup>2</sup>)</b>	<b>807,52</b>	<b>650,72</b>
<b>Margem bruta</b>	<b>323,09</b>	<b>434,07</b>

<sup>1</sup> Custos relativos à distribuição dos alimentos, mão-de-obra e taxas, levantado, no mês de abril de 1994 e atualizados para as condições de preços de setembro de 2001. Na análise, seguiu-se o pressuposto de que os demais itens de custo dos dois sistemas são semelhantes.

<sup>2</sup> Preço do leite ao produtor na região de Juiz de Fora, MG: US\$ 0.14/kg em setembro de 2001.

Fonte: adaptado de Vilela et al. (1996)

Apesar de a receita bruta do sistema a pasto ter sido inferior, a margem bruta foi 34% superior à do sistema em confinamento. Os custos unitários, que realmente diferenciam os dois sistemas avaliados, ou seja, os custos com a pastagem ou com silagem, mão de obra e free-stall, foram de US\$ 0.05/kg ou de US\$ 0.08/kg, respectivamente.

No quadro 13 são apresentados custos do estudo conduzido na Embrapa Gado de Leite por Vilela et al (1994), onde se comparou a produção de leite em pastagem de alfafa com um sistema em confinamento. Os dados indicam mais uma vez que, apesar da produção menor dos animais mantidos na pastagem, a redução de custos proporcionada pela não utilização de silagem, concentrados, mão de obra e free-stall, manteve ainda vantagem econômica para o sistema a pasto, mantendo uma margem bruta 12% superior a do sistema em confinamento.

Tanto os dados observados para o *coast-cross* como para a alfafa, apesar de avaliados em épocas diferentes e com relações de preços distintas, confirmam que os sistemas intensivos de produção de leite a pasto para vacas com potencial de produção em torno de 5.000 kg por lactação, constituem-se em alternativa viável para a intensificação da produção de leite na Região Sudeste do Brasil.

Quadro 13. Custos operacionais, receitas e margens brutas dos sistemas de produção de leite com vacas Holandesas puras em pastagem de alfafa e em confinamento

	US\$/vaca/35 semanas	
	Confinamento	Pastagem
Custo operacional da pastagem <sup>1</sup>	0.00	140.00
Silagem + concentrados	273.00	0.00
Mão-de-obra + free-stall	44.00	0.00
<b>Total</b>	<b>317.00</b>	<b>140.00</b>
Produção de leite (litros/245 dias)	5194	4557
Receita bruta com leite <sup>2</sup>	883.00	775.00
Margem bruta	566.00	635.00

<sup>1</sup> Refere-se à: depreciação e juros sobre o capital de formação da pastagem e despesas com fertilizantes, defensivos e mão de obra para manutenção

<sup>2</sup> Receita obtida com a venda de leite atribuída a cada vaca, em 35 semanas, corrigidas para 4% de gordura. Médias de produção diária de 18,6 kg na pastagem de alfafa e 21,2 kg no confinamento

Fonte: adaptado de Vilela et al (1994), com valores atualizados para setembro de 2001

Quadro 14. Custos totais de sistema intensivo de produção de leite com rebanho mestiço Holandês x Zebú e em sistema confinado com rebanho puro da raça Holandesa, no período outubro/2000 a setembro/2001 (valores totais expressos em R\$/ano)

Item de custo	Pastagem <sup>1</sup>	Confinamento <sup>2</sup>
Mão de obra	21.774,75	21.509,02
Silagem e feno <sup>3</sup>	7.337,98	28.907,44
Pastagem e forragem verde picada <sup>4</sup>	3.869,68	258,87
Concentrados	26.932,66	56.434,33
Leite para bezerros	3.132,27	7.624,83
Minerais	973,75	2.576,80
Medicamentos	5.446,83	4.156,21
Inseminação e material de ordenha	4.634,34	13.477,90
Energia e combustível	2.398,66	11.115,71
Impostos/taxas/reparos/outros custeios	6.563,79	12.583,96
Depreciações	4.698,64	6.319,46
Juros sobre capital	16.677,30	24.535,33
<b>Custo total (R\$/ano)</b>	<b>102.211,73</b>	<b>189.499,86</b>
<b>Custo total (R\$/litro)</b>	<b>0,35</b>	<b>0,40</b>

<sup>1</sup> Sistema de produção de leite a pasto, com vacas mestiças Holandês x Zebú, implantado em 1976, no campo experimental da Embrapa Gado de Leite, em Coronel Pacheco, MG

<sup>2</sup> Sistema de produção de leite em confinamento, com vacas puras Holandêsas, implantado em 1990, no campo experimental da Embrapa Gado de Leite, em Coronel Pacheco, MG

<sup>3</sup> O sistema em confinamento utiliza também o feno

<sup>4</sup> O sistema em confinamento utiliza a forragem verde picada em alguns meses do ano

Os sistemas confinados com rebanho puro da raça Holandesa, segundo dados de dois modelos implantados na Embrapa Gado de Leite, perdem competitividade também para os sistemas a pasto com rebanho mestiço, conforme pode ser observado no quadro que se segue.

Os dados mostram o sistema em confinamento, com rebanho puro, com custo superior em 14% ao do sistema em pastagem, com rebanho mestiço. Importante observar a participação das forragens conservadas no custo total dos sistemas: representam 7% do custo total no sistema a pasto e quase o dobro deste percentual no sistema em confinamento, ou seja, 15%.

## 8. Considerações finais

A preocupação com os transtornos provocados ao meio ambiente pelos sistemas de produção de leite totalmente confinados, aliado a uma busca constante por modelos economicamente mais eficientes, tem levado a reflexões sobre formas alternativas de se produzir leite em sistemas intensivos, com predominância do alimento proveniente do pasto. Será uma alternativa para se resolver a complicada questão do manejo dos dejetos e de outros problemas inerentes aos sistemas confinados, entre eles a sanidade de cascos e os elevados custos dos alimentos conservados e da mão-de-obra. A introdução de espécies forrageiras modernas e com grande potencial de resposta ao uso de tecnologias, tem indicado que os sistemas a pasto, tecnicamente menos produtivos, porém com grandes reduções de despesas e, principalmente, menos agressivos ao meio ambiente, são economicamente mais competitivos do que os sistemas confinados. A grande dependência das condições climáticas destes novos sistemas, aumenta a estacionalidade da produção ao longo do ano, no entanto, a questão se equaciona com a introdução dos novos métodos de processamento e distribuição do produto. A tecnologia em expansão da ultra-temperatura, viabilizando leite fluido com longos períodos de prateleira e a possibilidade do País ter, a médio prazo, excedentes exportáveis, leva a crer que a estacionalidade não será um grande problema no futuro. A possibilidade de estabilização da oferta ao longo do ano, via estocagem e com métodos mais baratos, permitirá concentrar a produção nos períodos de melhor desempenho das forrageiras.

As pesquisas têm mostrado que modelos intensivos com pastejo direto em áreas formadas com espécies altamente produtivas, tais como o

*coast-cross* ou a alfafa, viabiliza modelos com margem bruta superior em até 34% a dos sistemas confinados. Os modelos a pasto levam a reduções de até 20% na produção de leite, no entanto, as menores despesas com concentrados, alimentos conservados, mão-de-obra e instalações, asseguram sua superioridade econômica sobre os modelos confinados. Estes, por sua vez, podem se tornar competitivos se agregar valor ao produto através da verticalização da produção, ou mesmo associando a produção de leite com a venda de genética. As pesquisas nesta linha são importantes e devem ser intensificadas.

## 9. Referências bibliográficas

- ALVIM, M. J.; BOTREL, M.A.; MARTINS, C.E.; NETTO, M.S. ; DUSI, G.A.; CÔSER, A. C. *Produção de leite em pastagens de capim-angola e de setária*. Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1995.30p. (EMBRAPA-CNPGL. Circular Técnica, 37).
- ALVIM, M.J.; VILELA, D.; LOPES, R.S. Efeitos de dois níveis de concentrado sobre a produção de leite de vacas da raça Holandesa em pastagem de *coast-cross* (*Cynodon dactylon* L. (Pers.)). *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa. MG, v.26, n. 5, p. 967-975, 1997.
- ARONOVICH, S.; CORREA, A.W.; FARI, E.V. O uso de concentrado na alimentação de vacas leiteiras em boas pastagens de capim-pangola. 1. Resultados de verão. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGEM, 9., 1965, São Paulo. *Anais...* São Paulo, 1965. p. 919-921. v. 2.
- ASSIS, A.G. de. Produção de leite a pasto no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. *Anais...* Viçosa: UFV, 1997. P. 381-409.
- BROOKES, I. M. New Zealanders make nearly 2 - ½ times their U. S. counterparts. *Hoard's Dairyman*, New Zealand, v. 10, p.179, 1996.
- CANTARUTTI, R. B.; BODDEY, R. M. Transferência de nitrogênio das leguminosas para as gramíneas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. *Anais...* Viçosa, MG, 1997. p. 431-446.
- CAMARGO, A. C. Produção de leite a pasto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1994. p. 201-212.
- CASTILLO, A.A.; GALLARDO, M.R.; GAGGIOTTI, M.C.; QUAINO, O.R. *Suplementación de vacas lecheras en pastoreo de alfalfa con grano de maíz molido*. Información del área de Investigación en Producción Animal. Rafaela: INTA - Estación Experimental Agropecuaria Rafaela, 1993. 5p. (INTA. Información, 110).

- CASTILLO, A.R.; GALLARDO, M.R. Suplementación de vacas lecheras en pastoreo de alfalfa, concentrados y forrajes conservados. In: HITANO, E.H.; NAVARRO, A. *La alfalfa en la Argentina INTA Mendoza*. San Juan: Editar, 1995. p.197-204.
- CASTILLO, A.A.; GALLARDO, M.R.; GAGGIOTTI, M.C.; QUAINO, O.R. *Suplementación de vacas lecheras en pastoreo de alfalfa con afrechillo de trigo*. Información del área de Investigación en Producción Animal. Rafaela: INTA - Estación Experimental Agropecuaria Rafaela, 1992. 3p. (INTA. Información, 104).
- COMBS, D.; ALBRESSHT, K.; VAUGHAN, K. *Comparison of a rotational grazing system with a confinement-stored forage system for dairy cows*. In: LISA PROGRESS REPORT 1991. Madison: University of Wisconsin Dairy Science Department, 1991. 4 p.
- COMBS, D. *The importance of forager quality in high producing heads*. Madison: University of Wisconsin, 1992. p.1-7.
- COMERON, E.A.; ANDREO, O.A.; BRUNO, O. *Resultados de la unidad de producción lechera en la EEA Rafaela de el INTA*. Información del área de Investigación en Producción Animal. Rafaela: INTA-EEA, 1990. (INTA. Información, 40).
- COWAN, R.T. Milk production from grazing systems in North Australia. IN: SIMPOSIO INTERNACIONAL O FUTURO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE NO BRASIL, 1995, Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1996. p.441.
- COWAN, R. T. Milk production from grazing systems in Northern Australia. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL O FUTURO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE NO BRASIL, 1995, Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1995. p. 41-54.
- CRESPO, G.; ASPIOLEA, I.L.; NURTHA, L. Nutrición de pastos. In: INSTITUTO DE CIÊNCIA ANIMAL. *Los pastos en Cuba*. La Habana: Instituto de Ciencia Animal, 1986. p. 345-416. t. 1.
- CRUZ, FILHO, A. B. da; CÔSER, A. C.; PEREIRA, A. V. Produção de leite a pasto usando capim-elefante: dados de transferência de tecnologia no norte de Minas Gerais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p. 200.
- DAVISON, T.M. The milk production potencial of forage-concentrate systems in Queensland. In: HIGH PRODUCTION PER COW SEMINAR, 1990. Queensland: Department of Primary Industries, 1990. p.1-13.
- DERESZ, F. Manejo de pastagens de capim-elefante para produção de leite e carne. In: SIMPÓSIO SOBRE CAPIM-ELEFANTE, 2., 1994, Juiz de Fora. *Anais...* Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1994. p. 116-137.

- DERESZ, F., MOZZER, O. L., MARTINS, C. E. Produção de leite em pastagem de capim-elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE CAPIM-ELEFANTE, 1990, Juiz de Fora. *Anais ... Coronel Pacheco*: EMBRAPA - CNPGL, 1990. p. 155-172.
- FALDET, M.A.; SATTER, L.D. Feeding heat-treated soybeans to cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 74, p. 3047-3054, 1991.
- FARIA, V.P.; SILVA, S.C. Fatores biológicos determinantes de mudanças na pecuária leiteira. In: *Simpósio Internacional "O Futuro dos Sistemas de Produção de Leite no Brasil"*. Juiz de Fora: Embrapa-CNPGL. 1996, p. 77-89.
- GALLARDO, M.R.; CASTILLO, A.A.; CASTRO, H.R.; QUAINO, O.R. Suministro de heno a vacas lecheras en pastoreo. 3. Producción y composición de leche. *Revista Argentina Producción Animal*, Buenos Aires, v. 12, n. 4, p. 383-390, 1992.
- HERRERA, R. S.; HERNANDÉZ, Y. Efecto de la edad de rebrote en algunos indicadores de la calidad de la bermuda cruzada-1. II Componentes estructuras y digestibilidad de la materia seca. *Pastos y Forrajes*, La Habana, v. 11, p. 177-181, 1988.
- HERRERA, R.S.; RAMOS, N. The effect of nitrogen fertilization an age of reproducth on the chemical composition of «coast-cross» n° 1 bermuda grass (*Cynodon dactylon*). In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 13., 1977, Lejzig. *Proceedings...* Lejzig: Akademie Verlag Berlin, 1977. p. 999-1002. v.1
- HERRERA, R. S.; RAMOS, N.; HERNANDÉZ, Y. Respuesta de la bermuda cruzada a la fertilización nitrogenada y edad de rebrote. V. Rendimientos de materia seca, hojas, proteína bruta y eficiencia de utilización del nitrógeno. *Revista Cubana Ciencia Agrícola*, San José de las Lajas, v. 20, p. 193-201, 1986.
- HODGSON, J. *Grazing management science into practice*. Nova York: Longmans, 1990. 211 p.
- HOLMES, C. W. Produção de leite a baixo custo em pastagem: uma análise de sistema neozelandês. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GADO LEITEIRO, 2., Piracicaba, 1995. Conceitos modernos de exploração leiteira: anais. Piracicaba: FEALQ, 1996. p. 69-122.
- LEAL, J. A. *Utilização intensiva de pastagem para produção de leite*. Teresina. EMBRAPA. CPAMN, 1995, 11p. (EMBRAPA-CPAMN. Subprojeto 06.0.94.203. 1 0).
- MACE, M.J. Grazing management in practice North Island dairyng. In: WYNN-WILLIAMS, R.B. *Lucerne for the 80's*. Queensland: Agronomy Society of New Zealand, 1982. p. 91-95.
- MACE, M.J. *Management changes with the intensification on farming the permise lands over the last ten years*. Palmerston North: New Zealand Grassland Association, 1980. p.11-15. v.41.
- MACEDO, M. C. M. Pastagens no ecossistema dos Cerrados: pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS, 1995, Brasília. *Anais...* Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1995. p. 28-62.
- MARTINEZ, R. O.; RUIZ, R.; HERRERA, R. Milk production of cows grazing coast-cross N° 1 bermuda grass (*Cynodon dactylon*). I. Different concentrate supplementation levels. *Cuban Journal Agricultura Science*, San José de las Lajas, v. 14, p. 225-232, 1980.
- MATOS, L. L. Produção de leite a pasto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p. 169-193.
- MILERA, M. Manejo y explotación de los pastos para la producción de leche. *Pastos y Forrajes*, La Habana, v. 15, p. 1-18, 1992.
- MINSON, D. J. Nutritional differences between tropical and temperate pastures. In: MORLEY, F. H. W. *Grazing animals*. Amsterdam: Elsevier Scientific, 1981. p. 143-157.
- MOZZER, R. O. *Produção de leite em pastagens tropicais perenes*. In: RELATÓRIO TÉCNICO DO CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE GADO DE LEITE, 1981-1985. Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1986, p. 11 3-13 1. (EMBRAPA-CNPGL. Relatório Técnico, 4).
- RESENDE, J.C. de O. O custo da pastagem de coast-cross. *Leite B*, São Paulo, n. 166, p.381-385, 1996.
- SCALEA, M. J. *Programa de renovação de pastagens no Cerrado*. Goiânia: Monsanto, 1997. 14 p.
- SOUTHWOOD, O.R.; ROBARDS, G.E. Lucerne persistence and the productivity of ewes and lambs grazed at two stocking rates within different management systems. *Australian Journal Experimental Agriculture Animal Husbandry*, East Melbourne, v.15, p.747-752, 1975.
- VAN KEUREN, R.W.; MARTEN, G.C. Pasture production and utilization. In: HANSON, A.A.; BARNES, D.K.; HILL, R.R. *Alfafa and alfafa improvement*. Madison: ASA/CSSACSA, 1988. p. 515-538.
- VILELA, D.; ALVIM, M. J. Produção de leite em pastagem de *Cynodon dactylon*, (L.) Pers, cv. Coast-cross. In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO CYNODON, 1996, Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1996. p. 77-91.
- VILELA, D.; ALVIM, M. J. ; CAMPOS, O. F.; REZENDE, J. C. Produção de leite de vacas Holandesas em confinamento ou em pastagem de coast-cross. *Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 25, n. 6, p. 1228-1244, 1996.
- VILELA, D.; CÓSER, A.C.; PIRES, M. F. A.; MALDONADO, H. V.; CAMPOS, O. F.; LIZIEIRE, R.S.; RESENDE, J. C.; MARTINS, C. E. Comparação de um sistema de pastejo rotativo em alfafa (*Medicago sativa*, L.) com um sistema de confinamento para vacas de leite. *Arquivo Latinoamericano de Producción Animal*, Santiago, v. 2, n. 1, p. 69-84, 1994.

# Qualidade Sanitária de Grãos e de Forragens Conservadas “versus” Desempenho Animal e Qualidade de seus Produtos

Clóves Cabreira Jobim<sup>1</sup>  
Geane Dias Gonçalves<sup>2</sup>  
Geraldo Tadeu dos Santos<sup>1</sup>

## 1 - Introdução

Nos últimos anos, tem-se buscado investigar as dietas dos animais com relação a qualidade sanitária, com o intuito de aumentar a produtividade e melhorar a qualidade de vida da população mundial. Nesse sentido, várias pesquisas vem sendo desenvolvidas com propósitos definidos. Tais como, estudar os principais microrganismos e seus compostos formados (ácidos indesejáveis e micotoxinas), que se desenvolvem nas forragens e grãos e que, conseqüentemente, prejudicam o desempenho animal, a qualidade de seus derivados e por fim trazem sérios prejuízos econômicos.

No Brasil, embora sabidamente as micotoxinas sejam responsáveis por expressivos prejuízos na produção de grãos, praticamente não existem estimativas das perdas econômicas associadas as micotoxinas. Mesmo em países com alta tecnologia para produção e armazenagem de milho, as perdas por presença de micotoxinas são elevadas. Como exemplo citam-se os dados divulgados pela AL-TECH (2000), onde somente em 1980 os produtores e processadores de milho da Carolina do Norte perderam cerca de 30 milhões de dólares.

As micotoxinas resultam em perdas econômicas significativas para os criadores, uma vez que afetam a saúde dos animais, reduzem a produtividade e podem até levar a morte. Segundo a AL-TECH (2000), em 1992 o impacto econômico anual estimado para as micotoxinas na Carolina do Norte era de 20 milhões de dólares na avicultura, 10 milhões na suinocultura, 5 milhões na produção de leite, um milhão para bovinos e ovinos de corte e um milhão de dólares em eqüinos.

<sup>1</sup> Professor Departamento de Zootecnia - UEM (ccjobim@uem.br) Pesquisador do CNPq

<sup>2</sup> Estudante de doutorado - UEM (geanedg@yahoo.com.br)

Acreditamos que no Brasil, se os prejuízos relativos à presença de micotoxinas em rações animal fossem dimensionados, teríamos números surpreendentes, a julgar pela qualidade do milho utilizado nas propriedades para alimentação de aves, suínos e bovinos principalmente.

Desta forma, julgamos de fundamental importância uma abordagem sobre o impacto da qualidade sanitária de grãos e de forragens conservadas sobre a saúde, produtividade e qualidade do produto animal, com ênfase nos riscos da presença de micotoxinas e bactérias na cadeia alimentar e as possíveis formas de tratamentos ou aditivos para reduzir tais problemas.

## 2 - Micotoxinas

### 2.1 - O que são micotoxinas?

O termo micotoxina é originário de uma palavra grega “mykes” (fungo) e de uma palavra do latim “toxicum” (toxina). A expressão greco-latina “mykes toxicum” significa toxina fúngica, ou como, dizemos, micotoxina (LAZZARI, 1997). É usado para designar um grupo de compostos, altamente tóxicos, produzidos por certos fungos ou leveduras que são organismos aeróbios que se desenvolvem em lugares que apresentam baixa disponibilidade de água, o qual são inadequados para o crescimento de bactérias (NEWMAN, 2000a). Os fungos também podem se desenvolver em condições de campo, durante o transporte ou durante o período de armazenamento dos alimentos, quando as condições são favoráveis ao seu crescimento (JOUANY, 2001). Diante disto, as micotoxinas produzidas durante a esporulação dos fungos, contaminam os animais que consomem alimentos contaminados, e desta forma são transferidas para os seus produtos, tal como o leite ou a carne e, conseqüentemente, prejudicando a saúde humana (BRUERTON, 2001). As micotoxinas podem causar doenças e mortes, quando ingeridas pelo homem ou pelos animais domésticos. As doenças causadas são denominadas micotoxicoses (LAZZARI, 1997).

As micotoxicoses podem resultar da ingestão de toxinas produzidas por três tipos de fungos: a) **macroscópicos** – mais conhecidos como cogumelos. Existem várias espécies que são tóxicas para o homem e para os animais domésticos; b) **parasitas** – infestam e causam doenças nas plantas durante o seu desenvolvimento no campo; c) **de armazenamento** – infestam e crescem nas plantas durante o seu desenvolvimento no campo, colheita,

secagem, armazenamento e transporte. Em forragens, grãos e sementes, com teores de umidade relativamente baixos e em condições favoráveis podem produzir micotoxinas.

As pesquisas têm demonstrado que a incidência de micotoxinas e a ocorrência de micotoxicoses não estão restritas a um determinado clima, região geográfica ou país. É difícil de estimar a extensão dos problemas causados pelas micotoxinas por várias razões, dentre as quais podemos destacar: a) as toxinas podem ocorrer em baixas concentrações dificultando sua detecção; b) freqüentemente o produto contaminado já foi totalmente consumido quando os sinais de micotoxicoses são aparentes; c) os sinais de micotoxinas podem ser confundidos com outras doenças dificultando a sua caracterização; d) médicos e técnicos não são treinados ou não estão familiarizados com os sinais de micotoxicose.

Para complicar, algumas toxinas não produzem sinais aparentes. Segundo LAZZARI (1997), o efeito mais comum de envenenamento leve ou crônico por micotoxinas é o mau desenvolvimento dos animais domésticos – aves, suínos e bovinos. A contaminação de alguns ingredientes da dieta pode levar a ingestão de níveis de micotoxinas potenciais para reduzir o desempenho animal.

### 3.2 - Principais Micotoxinas Encontradas nos Alimentos

Embora já existam 300 a 400 micotoxinas conhecidas, as mais preocupantes em relação à toxicidade e ocorrência são as Aflatoxinas, Desoxinivalenol (DON ou Vomitoxina), Zearalenona, Fumonisina, Toxina T-2 e toxinas semelhantes à T-2 (tricotecenos) (AL-TECH, 2000).

As principais micotoxinas encontradas nas forragens e grãos, estão geralmente associadas com um grupo de espécies de fungos, tal como, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium* e *Claviceps* (BRUERTON, 2001; DAWSON et al., 2001).

Algumas espécies de fungos podem produzir mais do que um tipo de micotoxina (Tabela 1) e mais do que uma toxina pode surgir em uma única amostra (JELINEK et al., 1989). DON, Zearalenona, Toxina T-2 e Fumonisina são produzidas por fungos do gênero *Fusarium*. Fungos desse gênero são encontrados em praticamente todos os lotes de milho e como um todo, são capazes de produzir 70 tipos diferentes de micotoxinas. Algumas cepas de *Fusarium* podem produzir até 17 micotoxinas

simultaneamente. Assim, as toxinas produzidas por *Fusarium* são mais freqüentemente encontradas em grãos e rações (AL-TECH, 2000).

Tabela 1 – Importantes fungos e micotoxinas encontrados em ração animal.

Fungo	Micotoxina	Alimento afetado	Esp. Afetadas	Referência
<i>Aspergillus</i>	Aflatoxina	Milho, amendoim, farelo de algodão e sorgo	Todas as espécies, incluindo homem	BRUERTON, 2001
<i>Aspergillus</i> e <i>Penicillium</i>	Ochratoxina	Milho, cereais e arroz	Principalmente suínos e aves	HURBURGH, 1995
<i>Aspergillus</i> e <i>Penicillium</i>	Ácido ciclopiazônico	Cereais, amendoim e milho	Suínos e aves	SUKSÚPAHT et al., 1989
<i>Fusarium</i>	Deoxinivaleno	Cereais e milho	Suínos e aves	NEWMAN, 2000b
<i>Fusarium</i>	T-2	Cereais e semente de oleaginosas	Aves	NEWMAN, 2000b
<i>Fusarium</i>	Zearalenona	Milho, feno, gramíneas, grãos	Suínos e ruminantes	NEWMAN, 2000b
<i>Fusarium</i>	Fumonisin	Milho, grão	Eqüinos, suínos e aves	NEWMAN, 2000b
<i>Claviceps</i>	Ergot	Sorgo	Todas as espécies	BRUERTON, 2001
<i>Alternaria</i>	Ácido tenuozóico	Cereais e frutas	Todas as espécies	BRUERTON, 2001

#### 3.2.1 - Aflatoxinas

As Aflatoxinas podem causar danos no fígado, diminuir o desempenho reprodutivo, reduzir a produção de leite, saúde embrionária, defeitos de origem, tumores e diminuir as funções imunológicas (NEWMAN, 2000a). Muitos alimentos, estão livres da contaminação no campo. Porém, o milho, o algodão e o amendoim são exceções.

Os cereais colhidos com alto teor de umidade, tal como o arroz e o milho, podem ser classificados como apresentando potencial risco de crescimento de fungos na armazenagem. Da mesma forma, em regiões onde a umidade é alta e as secagens no campo são deficientes os riscos de contaminação por fungos se tornam bastante significativos. É importante salientar que muitas espécies de *Aspergillus* se desenvolvem lentamente em locais com conteúdos de umidade abaixo de 18%.

#### 3.2.2 - Ocratoxinas

Vários efeitos maléficos e níveis de tolerância vem sendo

detectados em diferentes espécies de animais domésticos. De acordo com NEWMAN (2000a), vacas contaminadas por Ocratoxina (níveis maiores do que 800 ppm), podem apresentar decréscimo no desempenho, redução na produção de leite, problemas nos rins e morte.

Os fungos responsáveis pela produção da Ocratoxina podem atacar os grãos de cereais, como o milho e o trigo com conteúdos de unidade de aproximadamente 15,5 a 16%. A Ocratoxina A é ligeiramente solúvel em água e é absorvida na seção superior do trato gastro intestinal de modo passivo na forma não ionizada, sendo sujeita a secreção e reabsorção pela via enterohepática. Nos mamíferos, a Ocratoxina  $\alpha$  é absorvida primariamente no estômago ou no jejuno proximal, embora já tenha sido documentado absorções através dos pulmões pela circulação sistêmica (Di PAOLO et al., 1993). É importante salientar que as absorções de Ochratoxin  $\alpha$  são maiores em pH ácido. Desta forma, a toxicidade em ruminantes é relativamente baixa, devido a ação da microflora ruminal sobre as micotoxinas (Hult et al., 1976; citado por NEWMAN, 2000a).

### 3.2.3 - Micotoxinas *Fusarium*

As principais micotoxinas *Fusarium* que demandam cuidados práticos estão ilustradas na Figura 1.

Os sintomas dos animais contaminados com a micotoxina Desoxinivalenol incluem decréscimo na ingestão de alimentos e produção de leite (WHITLOW e HAGLER, 1999). Já a Toxina T-2 e substâncias químicas afins causam irritação, hemorragias e necrose em todo o trato digestivo, deprimem o processo regenerativo na medula óssea e no baço, afetam a função do sistema imunológico e causam alterações em órgãos reprodutivos (AL-TECH, 2000). Animais afetados apresentam perda de peso, baixa eficiência alimentar, falta de apetite, vômito, diarreia sanguinolenta, aborto e, em casos graves, morte. Enquanto que a Zearalenona, apresenta ação estrogênica e pode prejudicar a reprodução em muitas espécies (NEWMAN, 2000a).

A Fumonisina é uma toxina que pode prejudicar as funções do sistema imunológico, causar lesões no fígado e rins, causar edemas pulmonares e também pode levar o animal à morte. Porém, o Ácido Fusárico, tem sido destacado por causar vômitos em suínos, além de elevar as concentrações de serotonina e triptofano do cérebro.

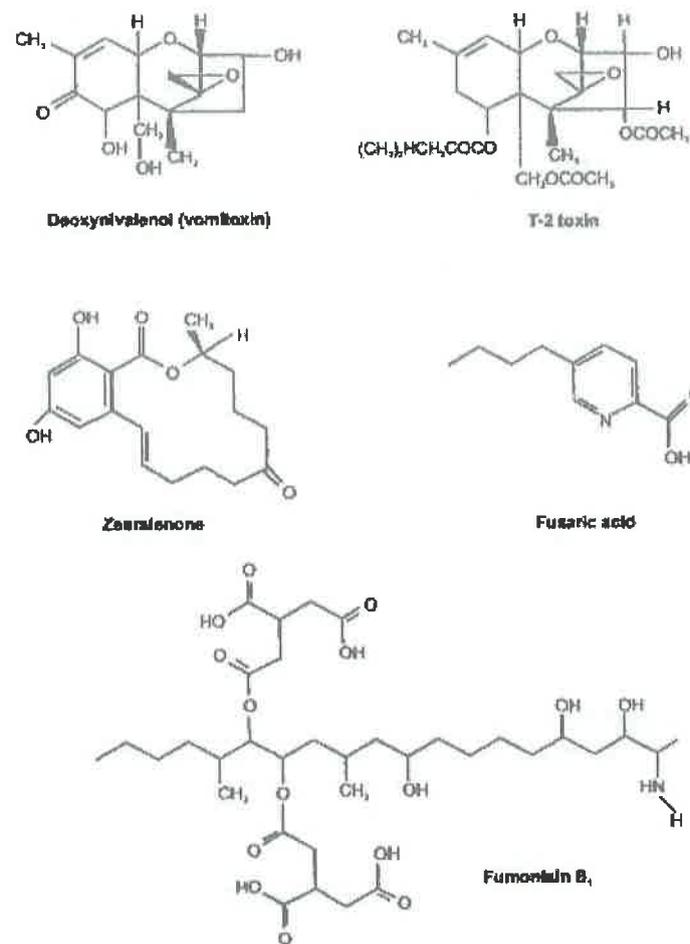


Figura 1 – Micotoxinas *Fusarium* comumente encontradas em forragens e rações.

### 3.3 - Efeito da Contaminação por Micotoxinas sobre a Ingestão de Matéria Seca

Os efeitos biológicos aparentemente ocasionados pela contaminação por micotoxinas, estão diretamente relacionados com o nível de contaminação e tempo de exposição dos animais (JOUANY, 2001).

A recusa de grãos ou forragens contaminados por micotoxinas

tem sido um dos grandes problemas encontrados na alimentação animal. Segundo alguns autores (BERSJO et al., 1992; FRIEND et al., 1992; BERSJO et al. 1993), os animais monogástricos apresentam maior sensibilidade quanto a contaminação por micotoxinas do que os ruminantes. Da mesma forma, os ruminantes adultos são menos sensíveis a contaminação quando comparados com os jovens. Isto deve-se ao fato de que o principal ponto de absorção das micotoxinas ocorre no intestino delgado. Assim, os animais monogástricos são mais susceptíveis às micotoxinas do que os ruminantes, uma vez que nestes animais a absorção de nutrientes ocorre posteriormente à digestão fermentativa (AL-TECH, 2001).

O efeito negativo de algumas micotoxinas sobre a ingestão de alimento, pode ser devido as alterações no odor ou palatabilidade dos alimentos contaminados. Segundo Mertens e Watt (1977); citado por JOUANY (2001), o pó presente nas forragens secas associado com a presença de mofo e esporos pode estar envolvido no decréscimo da palatabilidade. Além disto, existe as desordens metabólicas e digestivas causadas pela presença de micotoxinas e que provavelmente estão envolvidas na redução da ingestão voluntária do alimento.

Segundo APPLEBAUM e MARTH (1983), o fornecimento de 13 mg/dia de Aflotoxina B<sub>1</sub> (por volta de 8 mg/kg de alimento) para vacas em lactação, não afetou a ingestão de matéria seca. No entanto, quando os mesmos autores forneceram aos animais, Aflotoxina B<sub>1</sub> pura ou misturada com outras Aflotoxinas e metabólicos de fungos, verificou-se flutuações na ingestão de matéria seca para as vacas que receberam 13 mg/dia de aflotoxinas impuras.

Outrossim, é muito importante que ao fornecer alimentos (volumosos e/ou concentrados) aos animais seja eliminado as partes estragadas (mofadas) mesmo presentes em pequenas quantidades. Isso porque mesmo que a quantidade de fungos presentes não seja suficiente para reduzir o consumo, a ingestão continuada de micotoxinas poderá acarretar sérios problemas aos animais.

### 3.4 - Micotoxinas no Trato Digestivo e Fígado de Ruminantes

Podem ocorrer bioconversão no trato digestivo dos animais. No geral, a bioconversão, leva a formação de moléculas menos tóxicas quando comparadas com as moléculas de origem, particularmente no caso

hidrolizado, reduzido ou metabólicos conjugados ligados aos conjugados *deepoxytricothecenes*, *ochratoxin α*, *aflatoxicol* ou *glutathione* da aflatoxina B<sub>1</sub> (Figura 2), que é a substância carcinogênica natural mais potente que existe. Portanto, se apenas uma ligação química for alterada na estrutura da molécula, sua toxicidade pode ser dramaticamente reduzida (AL-TECH, 2000).

A hidrolização é um passo importante na excreção de metabólicos estranhos pelo corpo do animal. Estes processos de desintoxicação ocorrem no rúmen e em algumas vezes no fígado. Por outro lado, reações oxidativas envolvendo o citocromo P450, podem produzir metabólicos altamente tóxicos (JOUANY, 2001). No fígado, o citocromo P450 oxidase metaboliza os compostos em formas menos tóxicas. No entanto, através de algumas reações pode-se desencadear a formação de câncer.

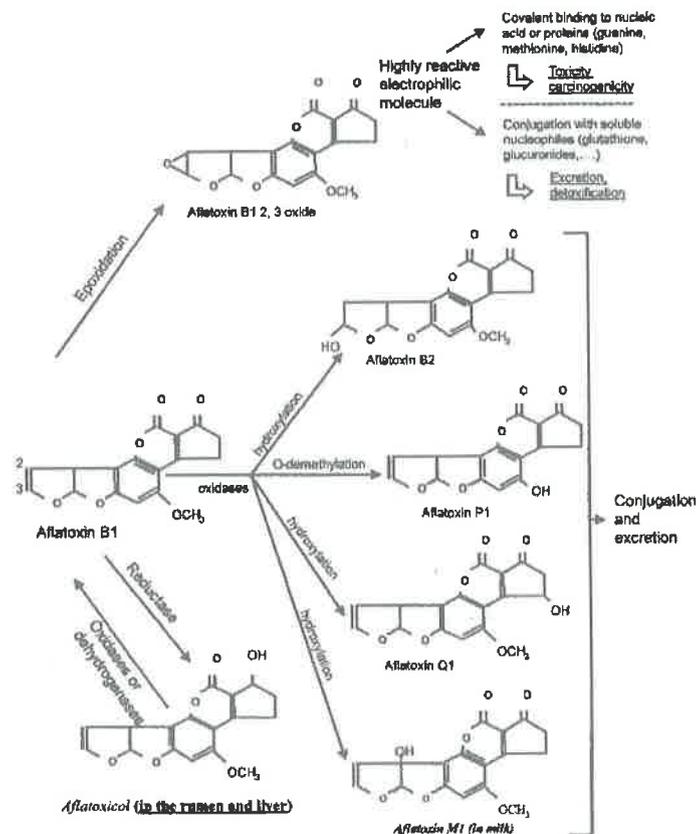
Como já descrito anteriormente, os animais ruminantes são mais resistentes a certas micotoxinas do que os animais monogástrico. Isto pode ser um indicativo de que biotransformações ocorrem no rúmen. Da mesma forma, podem ocorrer bioconversões no intestino grosso, porém, a degradação é inferior e apresenta menor efeito de proteção sobre o animal, já que, as toxinas de origem são absorvidas no trato digestivo antes de atingir o intestino grosso.

Existem resultados conflitantes sobre a biodegradação no rúmen da Aflatoxina B<sub>1</sub>. Pois, Engel e Hagemeister (1978); citado por JOUANY (2001), encontraram decréscimo na concentração da Aflatoxina B<sub>1</sub> de origem quando incubada em líquido ruminal. Da mesma forma, FERNÁNDEZ et al. (1997) registrou quantias significativas de toxina AFM<sub>1</sub> em relação a toxina AFB<sub>1</sub> nas fezes de ovinos alimentados com uma dieta contaminada com 2,5 mg kg<sup>-1</sup> de Aflotoxinas. Entretanto, outros autores não verificaram decréscimo na concentração da micotoxina de origem através de estudos *in vitro* (KIESSLING et al., 1984).

A explicação de que os ruminantes são menos sensíveis aos efeito tóxicos causados pela Ocratoxina α, pode ser pelo fato de que a Ocratoxina α contém a molécula metil- isocoumarin (Ocratoxina α) ligada pela L-β-fenilalanina por ligação peptídica. A hidrólise das ligações peptídicas pelos microrganismos do rúmen leva a excreção do Ocratoxina α, o qual não é tóxico e também da fenilalanina que é um aminoácido utilizado pelos microrganismos ruminais.

Algumas micotoxinas, tal como a Aflatoxina B<sub>1</sub>, não apresenta

efeitos sobre a digestão da celulose e nem sobre a produção de AGVs através de medidas realizadas *in vitro*. Entretanto, a presença de uma grande soma de micotoxinas e um possível efeito sinérgico entre diversas micotoxinas, pode ter impacto negativo sobre a digestão ruminal. Também, a composição da microflora ruminal é dependente do tipo de dieta que o animal está consumindo, pois as condições de alimentação podem afetar a atividade biológica dos microrganismos envolvidos nos processos de desintoxicação (AUERBACH et al., 1998).



Adapted from Swick (1984)

Figura 2 – Metabolismo no fígado da aflatoxina B<sub>1</sub>

### 3.5 - Efeitos de Micotoxinas sobre a Saúde de Vacas Leiteiras

Vacas leiteiras são altamente expostas a ação de micotoxinas devido a dependência de concentrados e volumosos conservados como feno ou silagem. Assim sendo, é possível que no Brasil os prejuízos na bovinocultura leiteira, em razão da ingestão de alimentos contaminados, sejam entraves para atingir-se alta produtividade no setor.

As micotoxinas originárias do fungo *Fusarium*, tal como, a Desoxinivalenol (DON), e a Zearalenona, são encontradas em grãos de cereais e em pastagens (JOUANY, 2001). A Desoxinivalenol, está associada à menor ingestão de alimento, redução da produção de leite, maiores contagens de células somáticas no leite, menor eficiência reprodutiva, além de uma ampla variedade de desordens no trato gastro intestinal, tais como vômitos (DON), diarreia e inflamações. Também podem surgir abortos, hemorragias e através de um mecanismo complexo, surgem alterações no sistema imunológico (SHARMA, 1993). Segundo AL-TECH (2001), o consumo de 500 ppb ou mais de DON pode resultar em queda na produção de leite de até 11,3 kg.

O grãos de cereais contaminados, freqüentemente apresentam combinação de Zearalenona, a qual induz a respostas estrôgenicas em vacas leiteiras, e grandes doses dessa toxina estão associadas a abortos. Outras respostas de vacas leiteiras à Zearalenona vão desde menor ingestão de alimento, menor produção de leite, vaginite, aumento uterino, vulva e glândulas mamárias túrgida em novilhas virgens, declínio na taxa de ovulação e ciclos longos (SMITH et al., 1990). Sugere-se que o nível de Zearalenona não deve exceder a 250 ppb na dieta total (AL-TECH, 2001).

Além destas duas micotoxinas anteriormente citadas (DON e Zearalenona), não devemos deixar de comentar sobre a Toxina T-2, a qual está associada à recusa de alimento, produção reduzida, gastroenterite, hemorragias intestinais, morte e imunossupressão em bezerros (AL-TECH, 2001). De acordo com Pier et al. (1980); citado por JOUANY (2001), o fornecimento para vacas leiteiras de 0,6 mg/kg da toxina T-2, resultou em presença de sangue nas fezes, enterites, úlceras digestivas e morte.

### 2 - Qualidade do leite de vacas

Atualmente o Ministério da Agricultura elabora a nova legislação

para classificação do leite. A proposta prevê a substituição da classificação B e C por um padrão de qualidade do produto cru na propriedade. As mudanças na legislação estão baseadas no *Programa Nacional de Melhoria da Qualidade do Leite (PNQL)*, elaborado através de grupos de trabalho formado por representantes de toda a cadeia produtiva. Isso determinará a profissionalização da atividade com melhora na qualidade, uma vez que deverá ser mantido rigoroso controle do leite para atingir o padrão exigido pela nova legislação.

Segundo informações divulgadas pelos meios de comunicação (revistas, jornais, rádio e televisão) esse conjunto de medidas, com previsão de entrada em 2002, traça metas que podem começar a valer dentro dos próximos meses. A adoção de padrão higiênicos sanitários rigorosos, implicam mudanças na forma de trabalho do produtor e da indústria.

A qualidade do leite e da carne está diretamente relacionada com o tipo e a qualidade da dieta dos animais. O valor nutritivo e a qualidade sanitária de volumosos conservados como feno ou silagem são de grande importância na exploração pecuária, principalmente na exploração leiteira. Quando o processo de conservação das forragens não é bem conduzido certamente haverá perdas de qualidade e do valor nutritivo e isso terá reflexo direto na produção e na qualidade do leite.

A qualidade do leite é definida por WOLTER (1997) como sendo o conjunto das propriedades desejadas pelo consumidor. Ou seja, implica em segurança da qualidade sanitária (bacteriológica e química), valor gastronômico (sabor, odor) e valor nutricional. Assim, a qualidade do leite está ligada a sua capacidade de conservação e aptidão de ser transformado, como rendimento, em derivados igualmente são, saborosos e de alto valor nutritivo.

O alimento consumido pela vaca tem efeito sobre a cor, sabor e odor do leite. Portanto, silagens, fenos e outros alimentos mal conservados podem modificar as qualidades organolépticas do leite (odor, gosto, ...). Mas o maior risco é em relação as alterações na fermentação ruminal. Também, há riscos de contaminação, com toxinas produzidas por microrganismos durante as fermentações secundárias na ensilagem. É o caso das silagens com alta umidade. Isso determina a importância de compactar bem e vedar adequadamente os silos, e de evitar a contaminação com terra. Esse procedimento evita o desenvolvimento de fungos com conseqüente produção de toxinas, as quais poderão contaminar o leite.

As forragens desidratadas (fenos) apresentam a vantagem de boa conservação, quando do uso de tecnologia adequada para a produção, armazenagem e utilização. No entanto, cuidados devem ser tomados para evitar o consumo de feno com presença de fungos e de outras substâncias estranhas que poderão acarretar problemas aos animais.

Silagens ou fenos mal conservados normalmente têm a digestibilidade reduzidas, em razão das perdas dos componentes não estruturais de alta digestibilidade. Uma forragem de baixa digestibilidade limitará a produção de acetato pelas bactérias celulolíticas e, em conseqüência, o teor de gordura no leite diminuirá. De acordo com AMÉDÉO (1997), a relação teor de gordura:teor de proteína no leite deve ficar ao redor de 44:34.

### 3.7 - Presença de Resíduos Tóxicos nos Produtos de Origem Animal

Rações contaminadas por micotoxinas, além de reduzir o desempenho e afetar o estado geral da saúde do animal, constituem um risco para seres humanos, uma vez que produtos animais contendo resíduos de micotoxinas podem ser consumidos por pessoas com possíveis danos a saúde (AL-TECH, 2000). Embora animais saudáveis tendem a "filtrar" ou detoxificar muitas micotoxinas às quais estão expostos, a questão dos resíduos no leite e em tecidos animais não deve ser ignorada por produtores e consumidores, em virtude dos possíveis danos a saúde humana. Cita-se como exemplo o fato de que, de acordo com publicações da AL-TECH (2001), a Aflatoxina é eliminada através do leite na forma de Aflatoxina M<sub>1</sub> com resíduos equivalentes a 1 a 2% do nível existente na dieta.

A presença de Aflatoxina nos alimentos é um perigo para a saúde animal e, conseqüentemente, para a saúde pública, já que os animais podem reter resíduos de Aflatoxinas ou de seus metabólicos nos tecidos (FERNÁNDEZ et al., 1994). Segundo FERNÁNDEZ et al. (1997), a prática de produção de animais confinados associada com o uso de múltiplas fontes de ingredientes na dieta, aumentou a probabilidade de ovinos se contaminarem com Aflatoxina. Através de investigações, tem sido demonstrado que os ovinos são extremamente sensíveis a contaminação por Aflatoxina, já que, quando intoxicados, apresentam baixo desempenho, perda de peso, significativo acréscimo do tamanho e peso do fígado e rins, lesões

histológicas no fígado e rins, associado com variações nos parâmetros clínicos e no metabolismo dos minerais (FERNÁNDEZ et al., 1996). FERNÁNDEZ et al. (1997), trabalhando com ovinos contaminados com 2,5 mg de Aflatoxina por kg<sup>-1</sup> de alimento consumido em um período de 21 dias, encontraram uma pequena parte da fração de Aflatoxina consumida nos tecidos dos animais. Os autores sugerem que esta pequena quantidade encontrada não é suficiente para causar intoxicação aguda em humanos, mas que, efeitos indesejáveis podem ocorrer, já que a AFB<sub>1</sub> é uma substância responsável pela formação de tumores malignos.

Através de estudos epidemiológicos, comprovou-se que as Aflatoxinas, principalmente a AFB<sub>1</sub>, estão envolvidas na gênese de câncer no fígado (EATON e GALLLAGHER, 1995). Diante deste fato, muitos países adotaram um limite de concentração de aflatoxinas no alimento para consumo humano de 10 µg kg<sup>-1</sup> para a soma de AFB<sub>1</sub>, AFB<sub>2</sub>, AFG<sub>1</sub> e AFG<sub>2</sub> e um máximo de 5 µg kg<sup>-1</sup> para AFB<sub>1</sub>.

As micotoxinas podem ser absorvidas pela glândula mamária de diferentes formas, como por exemplo, através dos mesmos processos básicos que ocorre no trato digestivo, ou seja, filtração intercelular, difusão passiva através da membrana celular ou transporte ativo. A filtração intracelular, é importante na formação da fase líquida do leite (água e entrada de eletrólitos), mas é secundária na excreção das micotoxinas (JOUANY, 2001). As micotoxinas lipolíticas, tanto na forma não ionizadas como ionizadas atravessam as membranas celulares por difusão passiva. Ao contrário, os compostos ácidos e polares, tal como Fumonisina, apresentam baixa taxa de excreção no leite. Existe certa dificuldade em se prever as excreções de micotoxinas no leite, principalmente pelas mudanças nas estruturas celulares durante o metabolismo no corpo do animal. Entretanto, a AL-TECH (2001) relatou que a proporção de micotoxinas no leite não é influenciada pelo nível de produção de leite, uma vez que animais de alta produção consomem mais ração e eliminam níveis ligeiramente menores de toxinas no leite.

Segundo PRELUSKY et al. (1990), a ingestão por vacas leiteiras de 50 a 165 mg de Zearalenona por um período de 21 dias, não foi suficiente para apresentar resíduos no leite. Porém, a ingestão de 544,5 mg/dia, induziu o aparecimento de Zearalenona associada com α-Zearalenol. A excreção cumulativa no leite representou 1,4% das micotoxinas ingeridas.

### 3.8 - Métodos para Reduzir o Impacto Negativo de Micotoxinas no Animal e seus Derivados

Como já foi descrito na presente revisão, as micotoxinas são metabólicos secundários de fungos e leveduras presentes nas plantas. O primeiro passo para reduzir a contaminação do animal por micotoxinas e, conseqüentemente, seus derivados seria reduzir o nível de contaminação de volumosos e concentrados. Como por exemplo, armazenagem de feno ou grãos com baixo teor de umidade, uso de aditivos que controlam o desenvolvimento de microrganismos (REIS e RODRIGUES, 1998) ou até o uso de plantas melhoradas geneticamente com o intuito de reduzir ou eliminar a contaminação por fungos (BROWN et al., 1999).

Segundo REIS e RODRIGUES (1998), existe uma grande variedade de produtos químicos que podem ser aplicados em fenos armazenados com alta umidade, com o objetivo de controlar o crescimento de microrganismos. Dentre estes produtos podemos citar a amônia, que além de atuar no controle de fungos, pela elevação do pH, também age sobre a fração fibrosa da forragem, solubilizando a hemicelulose e aumentando a disponibilidade de substratos prontamente fermentáveis para os microrganismos do rúmen.

PRICE et al. (1982) registraram redução na soma de Aflatoxina M<sub>1</sub> no leite de 85 a 90%, quando sementes de algodão foram tratadas com 1,5% de amônia e 10% de água, por um período de 21 dias.

Além da utilização da amônia, existem outras formas de tratar o alimento e que apresentam resultados bastante viáveis, tais como, solução de peróxido de hidrogênio, hidróxido de cálcio, bissulfeto de sódio, carbonato de sódio, cal, calor, etc. No entanto, o uso destes produtos nem sempre é viável.

Os Absorventes inorgânicos são adicionados nos alimentos contaminados e atuam como verdadeiros faxineiros dentro do trato digestivo do animal. Pois, os mesmos se ligam com a toxina sem causar efeito negativo ao animal (JOUANY, 2001). Entretanto, o uso de absorventes inorgânicos causa redução na densidade de nutrientes da dieta, além de promover um excesso da capacidade absorptiva que pode levar ao decréscimo na disponibilidade de microelementos importantes (KARL, 2001). Diante deste fato, pode-se utilizar os absorventes orgânicos, que apresentam algumas vantagens em relação aos inorgânicos (SMITH, 2001).

Os absorventes orgânicos são derivados da parede celular de microrganismos ou de fibras de plantas (JOUANY, 2001; SMITH et al., 2001). Através de estudos tem-se comprovado que o feno de alfafa é efetivo no combate da Toxina T-2 e Zearalenona (Carson e Smith, 1983; James e Smith, 1982: citado por SMITH, 2001), além de apresentar algumas vantagens sobre os absorventes inorgânicos, como apresentar teores satisfatórios de energia e proteína. Entretanto, deve ser aplicado em altos níveis na dieta dos animais.

#### 4 - Microbiologia da Forragem

As plantas forrageiras normalmente são contaminadas por microrganismos epífitas benéficos ou não e o desenvolvimento de cada espécie dependerá dos tipos de condições encontradas no meio. Por exemplo, no processo de confecção da silagem a presença ou ausência de O<sub>2</sub> no interior do silo determinará o desenvolvimento, mesmo que temporário, de três tipos de microrganismos: aeróbios, anaeróbios e anaeróbios facultativos. A ação dos diferentes grupos de bactérias levará a formação de produtos de maior ou menor importância para a conservação e qualidade da silagem.

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. Já as bactérias anaeróbias do gênero *Clostridium* têm efeitos negativos sobre a qualidade das silagem. Esses microrganismos fermentam açúcares, ácido láctico e aminoácidos produzindo ácido butírico e aminas. Esse tipo de fermentação resulta em significativas perdas de matéria seca, e os produtos da fermentação reduzem a palatabilidade, além de diminuir a estabilidade da silagem (MAHANNA, 1994; ROTZ e MUCK, 1994).

Os clostrídeos podem ser divididos em três grupos: *Clostridium* sacharolíticos (ex. *C. butyricum*), que são aqueles que produzem ácido butírico a partir da fermentação de açúcares e ácido láctico; *Clostridium* proteolítico (ex. *C. sporogenes*) são aqueles que fermentam aminoácidos com produção de vários ácidos, (butírico, acético, propiônico) amônia e aminas (histamina, putrescina, cadaverina) e CO<sub>2</sub>; *Clostridium* sacharo-

proteolíticos (ex. *C. perfringens*) que são aqueles que fermentam ambos, açúcares e aminoácidos (McDONALD, 1981).

Um dos principais problemas da ingestão de alimentos contaminados com esporos de clostrídeos é a contaminação do leite. No Brasil, até o presente momento, pouca atenção tem sido dada a esse assunto, o qual julgamos de relevada importância, uma vez que tem relação direta com a saúde pública. A presença de esporos de clostrídeos em número elevado no leite, visto serem capazes de resistir a pasteurização, possui ações catastróficas principalmente na fabricação de queijos.

O ciclo de contaminação do leite é conhecido, da mesma forma que as medidas a serem adotadas para quebrar essa cadeia. Mas a aplicação de regras deste a colheita da forragem, conservação, utilização e higiene do local de ordenha dificilmente são observados com a atenção que merecem.

Na França, um estudo conduzido em várias propriedades, demonstrou que a contaminação do leite com esporos de clostrídeos aumentou quando houve aumento da silagem na ração (COULON et al., 1991). A contaminação das silagens foi em média elevada, com 70% dos silos avaliados com contaminação periférica (mais de 10.000 esporos/g de silagem) e 50% com contaminação no centro do silo. Associado a esse fator verificou-se pH acima de 4,0, presença de ácido butírico e N-NH<sub>3</sub>/N total maior que 10%. Dessa forma, a utilização de silagem na alimentação de vacas leiteiras é freqüentemente proibida na França, Suíça e Áustria, com o objetivo de evitar problemas na produção de queijos (semi-duros, requeijão) e iogurtes. Além disto, a velocidade de coagulação da caseína tende a diminuir no leite produzido com silagem em função da acidez.

Com as condições favoráveis durante a maturação dos queijos, esses microrganismos proliferam. Os mais importantes são *Clostridium tyrobutyricum* e *Clostridium sporogenes*. Segundo WOLTER (1997) o *C. tyrobutyricum* fermenta o ácido láctico contido nos queijos formando ácido butírico e CO<sub>2</sub>. O *C. sporogenes* é mais danoso uma vez que degrada aminoácidos. Com a desaminação há liberação de amônia e ácido capríico e caprílico ocasionando odor de "bode". Também, haverá produção de aminas (histamina, tyramina, putrescina e cadaverina) que acarretam odor pútrico aos queijos. A contaminação do leite ocorre geralmente, durante o trato e ordenha. Essa contaminação pode ser por fragmentos de silagem, pó ou fezes, considerado o principal vetor.

Além dos grandes problemas causados com a contaminação por clostrídeos, podemos também enfatizar a contaminação com listéria, a qual 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 a listéria mas também com outros microrganismos, como por exemplo fungos (toxinas) e esporos de clostrídeos.

O desenvolvimento de listéria nas silagens está diretamente ligado ao pH. Quando o pH for inferior a 5,2 a listéria monocitogênese não se desenvolve, mas sua destruição ocorre somente em pH mais ácido. Em silagens com pH elevado poderá ocorrer desenvolvimento de listéria, salvo se o teor de MS for muito elevado, ao redor de 70% (CORROT, 1998).

## 5 – Considerações finais

Em qualquer exploração pecuária o produtor deve buscar não só altos índices de produtividade, como também a qualidade do produto. Isto torna-se mais evidente no momento em que o mundo globalizado exige produtos de qualidade, e o consumidor adquiriu consciência da necessidade de consumir produtos de origem animal com segurança da qualidade higiênica-sanitária.

Dessa forma, é relevante que o produtor considere que a qualidade da carne e do leite depende, em grande parte, da qualidade (estado sanitário) dos alimentos oferecidos aos animais. Assim, o uso de tecnologia adequada é vital, pois, como demonstrado nesta revisão, a população de microrganismos depende do manejo de produção e armazenagem dos grãos e volumosos.

Entendemos que esse assunto deve se constituir objeto mais frequente de pesquisa dentro de institutos e universidades, para oferecer aos produtores e a indústria brasileira informações que possam melhorar a eficiência de produção e também garantir qualidade sanitária dos produtos de origem animal.

## 6 - Referências Bibliográficas

AL-TECH, Comércio e Importação Ltda. Compreendendo e lidando com os efeitos

das micotoxinas em rações e forragens para animais domésticos. Disponível em <http://www.altech.com.br/i01.htm>. > Acesso em 08/12/2000.

- AMÉDÉO, J. 1997. L'alimentation et la pathologie nutritionnelle. In: Les rencontres Qualité du lait, I. *Annaltes* ...Rennes, France, 1997. p.16-24.
- AL-TECH, Comércio e Importação Ltda. Efeitos das micotoxinas sobre a saúde e a produtividade de animais domésticos específicos. Disponível em <http://www.altech.com.br/i01.htm>. > Acesso em 05/02/2001.
- APPLEBAUM, R.S., MARTH, E.H. 1983. Responses of dairy cows to dietary aflatoxin: concentration of blood serum constituents and hormones associated with liver-kidney dysfunction and maintenance of lactation. *Europ. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 18:381-386.
- AUERBACH, H., MAAS, R.F.M., OP DEN CAMP, H.J.M. 1998. Biodegradation of aflatoxin B<sub>1</sub> by bovine rumen microorganisms *in vitro* and its effects on effects on rumen fermentation. *Revue Méd. Vét.*, 149:573-580.
- BERSJO, B., MATRE, T., NAFSTAD, I. 1992. Effect of diets with graded levels of deoxynivalenol on performance in growing pigs. *J. Vet. Med.*, 39:752-758.
- BERSJO, B., LANGSETH, W., NAFSTAD, T. et al. 1993. The effects of naturally deoxynivalenol-contaminated oats on the clinical contation, blood parameters, performance and carcass composition of growing pigs. *Vet. Res. Comm.*, 17:283-294.
- BRUERTON, K. 2001. Finding practical solutions to mycotoxins in commercial production: a nutritionist's perspective. In: Alltech's 17th Annual Symposium, 2001. *Proceedings*...2001. p.161-168.
- BROWN, R.L., CHEN, Z.Y., CLEVELAND, T.E. et al. 1999. Advances in the development of host resistance in corn to aflatoxin contamination by aspergillus flavus. *Phytopathology*, 89:113-117.
- COULON, J.B., VARIGNIER, M., DARNE, D. 1991. Contamination butyrique du lait de vache: étude dans les exploitations de Haute-loire. *Prod. Anim.* 4(5):369-372.
- CORROT, G. Qualité bacteriologique de l'enrubannage: spores butyriques et listéria. In: Anais... Recolter e Conserver L'herbe Aujourd'hui. Journées Association Française Pour la production Fourragère. Paris, 1998.
- DAWSON, K.A., EVANS, J., KUDUPOJE, M. 2001. Understanding the adsorption characteristics of yeast cell wall preparations associated with mycotoxin binding. In: Alltech's 17th Annual Symposium, 2001. *Proceedings*...2001. p.169-180.
- Di PAOLO, N., GUARNIERI, A., LOI, F. et al. 1993. Acute renal failure from inhalation of mycotoxins. *Nephron*, 64: 621-625.
- EATON, D.L., GALLAGHER, E.P. 1995. Mechanisms of aflatoxin carcinogenesis. *Ann. Ver. Pharmacol. Toxicol.*, 34:135-172.
- FERNÁNDEZ, A., VERDE, M.T., GASCÓN, M. et al. 1994. Aflatoxin and its metabolite residues in edible tissues from laying hens and broiler chickens fed a contaminated diet. *J. Food Sci.*, 65:407-414.

- FERNÁNDEZ, A., RAMOS, J.J., SANZ, M.C. et al. 1996. Alterations of the performance, haematology and clinical biochemistry of growing lambs fed with aflatoxin in the diet. *J. Appl. Toxicol.*, 16:85-91.
- FERNÁNDEZ, A., BELÍO, R., RAMOS, J.J. et al. 1997. Aflatoxins and their metabolites in the tissues, faeces and urine from lambs feeding on na aflatoxin-contaminated diet. *J. Food Agric.*, 74:161-168.
- FRIEND, D.W., THOMPSON, B.K., TRENHOLM, H.L. et al. 1992. Toxicity of T-2 toxin and its interaction with deoxynivalenol when fed to young pigs. *Can. J. Anim. Sci.* 72:703-711.
- JELINEK, C.E., PONLAND, A.E., WOOD, D.E. 1989. Worldwide occurrence of mycotoxins in foods and feeds – na update. *J. Assoc. of Official Analytical Chemists*, 60:223-230.
- JOUANY, J.P. 2001. The impact of mycotoxins on performance and health of dairy cattle. In: Alltech's 17th Annual Symposium, 2001. *Proceedings...*2001. p.191-222.
- KARL, A., DAWSON, J.E., KUDUPOJE, M. 2001. Understanding the adsorption characteristics of yeast cell wall preparations associated with mucotoxin binding. In: Alltech's 17th Annual Symposium, 2001. *Proceedings...*2001. p. 169-181.
- KIESSLING, K.H., PETTERSSON, H., SANDHOLM, K. et al. 1984. Metabolism of aflatoxin, achrotoxin, zearalenone and there tricothecenes by intact rumen fluid, rumen protozoa and rumen bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.*, 47:1070-1073.
- LAZZARI, F.A. 1997. *Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações*. Curitiba 2ª ed., Paranaset. 134p.
- MAHANNA, B. 1994. Proper management assures high-quality silage, grains. *Feedstuffs Minneapolis*, 10:12-59.
- McDONALD, P. 1981. *The biochemistry of silage*. Ed. John Wiley e Sons, N.Y., 207p.
- NEWMAN, K. 2000a. The biochemistry behind esterified glucomannans – titrating mycotoxins out of the diet. In: Alltech's 16th Annual Symposium, 2000. *Proceedings...*2000. p.369-382.
- NEWMAN, K. 2000b. The biochemistry behind esterified glucomannans – titrating mycotoxins out of the diet. In: Biotechnology in the feed Industry, Proceedings of Alltech's 16th Annual Symposium. LOYONS, T.P., JACQUES, K.A. Nottingham University Press, UK. p. 511.
- PRELUSKY, D.B., SCOTT, P.M., TRENHOLM, H.L. et al. 1990. Minimal transmission of zearalenone to milk of dairy cows. *J. Environ. Sci. Health (B)*, 25:87-103.
- PRICE, R.L., LOUGH, O.G., BROWN, W.H. 1982. Ammoniation of whole cottonseed at atmospheric pressure and ambient temperature to reduce aflatoxin M<sub>1</sub> in milk. *J. Food Protect.*, 45:341-344.
- REIS, R.A., RODRIGUES, L.R.A. 1998. Aditivos para produção de fenos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. *Anais...* Botucatu: SBZ, 1998, p.109-152.
- ROTZ, C.A., MUCK, R.E. 1994. Changes in forage quality during harvest and storage. In: Forage, quality, evaluation, and utilization. Madison: ASA, CSSA, SSSA, p. 828-868.
- SANTURIO, J.M., MALLMANN, C.A., ROSA, A.P. et al. 1999. *British Poultry Sci.*, 40:115-119.
- SMITH, J.F., DIMENNA, M.E., MCGOWAN, L.T. 1990. Reproductive performance of coopworth ewew following oral doses of zearalenone before and after mating. *J. Reprod. Fertil.*, 89:99-104.
- SMITH, T.K., MACDONALD, E.J., HALAD, S. 2001. Current concepts in feed-borne mycotoxins and the potential for dietary prevention of mycotoxicoses. In: Alltech's 17th Annual Symposium, 2001. *Proceedings...*2001. p.183-189.
- SHARMA, R.P. 1993. Immunotoxicity of mycotoxins. *J. Dairy Sci.*, 76:892-897.
- SUKSUPATH, S., COLE, E.A., BRYDEN, D. 1989. *Proc. Aust. Poultry Sci. Symp.*, p. 94.
- WHITLOW, L.W., Jr. HAGLER, W.M. 1999. Na association of mycotoxins with production, health and reproduction in dairy cattle and guidelines for prevention and tretment. In: Biotechnology in the feed industry, Proceedings of Alltech's 15th Annual symposium. LYONS, T.P., JACQUES, K.A. Nottingham University Press, UK, p. 401.
- WOLTER, R. 1997. *Alimentation de la vache laitière*. Ed. France Agricole. 3ª Ed. Paris, 263p.

## SILAGENS ALTERNATIVAS DE RESÍDUOS AGRO-INDUSTRIAIS

Geraldo Tadeu dos Santos<sup>1\*</sup>  
Luís Carlos Vinhas Ítavo<sup>2</sup>  
Elisa Cristina Modesto<sup>3</sup>  
Clóves Cabreira Jobim<sup>1\*</sup>  
Júlio César Damasceno<sup>1\*</sup>

### I. INTRODUÇÃO

A ensilagem, como técnica de conservação de forragens, tem sido largamente utilizada em propriedades rurais como estratégia de reserva forrageira para períodos críticos ou mesmo para uso contínuo na alimentação animal.

Porém, constata-se que o uso de silagem ou mesmo de feno, contribui significativamente no custo de produção do leite e da carne, com conseqüente redução na margem de lucro. Isto deve-se, em parte, ao alto custo de implantação de lavouras anuais como milho e sorgo e de outras culturas de alto valor forrageiro (milheto, aveia, azevém, alfafa, ...), normalmente utilizadas na produção de silagem.

Diante disso, consideramos bastante pertinente o uso de resíduos agro-industriais como bagaço de laranja e rama de mandioca, entre outros, disponíveis em grandes quantidades em determinadas regiões do Brasil, e que tem apresentado alto potencial para uso na alimentação animal.

Já há vários anos tem-se estudado, no Brasil e no exterior, o uso de bagaço de laranja e também da rama de mandioca ensilados na alimentação de ruminantes. Portanto, julgamos de grande importância uma abordagem deste tema com informações que poderão contribuir para que técnicos e produtores possam utilizar esses resíduos com segurança e eficiência econômica.

<sup>1</sup> Professores do Departamento de Zootecnia – CCA - Universidade Estadual de Maringá – PR (www.dzo-uem.br) - E-mail: gtsantos@uem.br e ccjobim@uem.br. \*Bolsistas do CNPq.

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Zootecnia da Universidade Católica Dom Bosco - Campo Grande - MS

<sup>3</sup> Aluna do Doutorado em Zootecnia – Universidade Estadual de Maringá – PR.

## II. SILAGEM DE BAGAÇO DE LARANJA

### 2.1 – Considerações iniciais

O bagaço de laranja *in natura* é um subproduto após a extração do suco da fruta e é abundante durante a estação de produção, nas regiões produtoras.

O Brasil é atualmente o maior produtor mundial de laranja e de bagaço de laranja, por alguns chamado de polpa de laranja; respondendo por 29% do volume da fruta comercializada no mercado externo. O Estado de São Paulo produz praticamente toda a polpa peletizada, negociada no estrangeiro por pouco mais de dez grandes empresas (TEIXEIRA et al., 2001a).

Na região Noroeste do Paraná, em 1988 iniciou-se um projeto de citricultura, liderado pela Cooperativa dos Cafeicultores e Agropecuaristas de Maringá (COCAMAR), tendo como parceiras a Cooperativa Agrária dos Cafeicultores de Nova Londrina (COPAGRA) e a empresa americana Albertson Group Brasil-Flórida, EUA, resultando na instalação da indústria de suco COCAMAR CITRUS S.A., no município de Paranavaí - PR. A partir de abril de 1998 a COCAMAR CITRUS S.A., passou a se chamar PARANÁ Citrus S.A. (TORMEN, 2001 – informação pessoal).

A produção de bagaço de laranja *in natura* no âmbito da PARANÁ CITRUS S/A. na safra de 2000/2001 foi 103.306 toneladas. Este resíduo se não é aproveitado, constitui-se num problema sério de contaminação ambiental.

Atualmente, na região norte do Paraná, mais uma indústria de suco de laranja foi instalada. Pertence a Cooperativa Agropecuária de Rolândia (COROL), no município de Rolândia - PR.

Os produtores vem fazendo uso deste material na alimentação animal, porém sem um balanceamento adequado, para permitir bons rendimentos em produção de leite e carne (ÍTAVO et al., 2000d). O bagaço de laranja, constitui-se numa alternativa para ser usado na alimentação animal, principalmente bovinos, como uma alternativa aos grãos de cereais, diminuindo assim os custos e eliminando resíduos com potencial de poluição ambiental (ÍTAVO et al., 2000 b e d; TEIXEIRA, 2001a).

A indústria de suco de laranja produz como subproduto o bagaço de laranja ou polpa de laranja que compreende aproximadamente 50% do

total da fruta. É obtida após duas prensagens que restringe a umidade a 65 – 75%; sendo depois submetida à secagem, da qual resulta até 90% de matéria seca, para então, ser peletizada e comercializada (TEIXEIRA, 2001a e b). Segundo este mesmo autor, para facilitar o desprendimento da água e atenuar a natureza hidrofílica da pectina, principal carboidrato presente na polpa, adiciona-se hidróxido de cálcio ou óxido de cálcio antes das prensagens.

Devido ao custo de secagem, há interesse das empresas em desenvolver mercados para a polpa cítrica úmida. Este interesse é maior para pequenas esmagadoras de laranja para a produção do suco natural engarrafado, que estão aumentando, ou para grandes empresas esmagadoras que não pretendem, despendar altos investimentos necessários à secagem do bagaço de laranja, que pode chegar a 50% do investimento total da fábrica de processamento da fruta (CARVALHO, 1995).

O bagaço de laranja tem algumas características que contribuem para que seja armazenado na forma de silagem, todavia, existem controvérsias quanto à ensilagem de alimentos com alto conteúdo de umidade. Outro fato interessante, é que as características fermentativas da silagem do bagaço de laranja foram amplamente estudadas, porém diferem muito quanto à composição, caracterizando divergências entre as informações fornecidas na literatura, devido às próprias diferenças entre os processos utilizados nas indústrias esmagadoras de Citrus.

A produção de leite tem sido um dos parâmetros mais avaliados no que se refere à introdução de polpa de Citrus, desidratada e peletizada, em dietas de ruminantes. Assim sendo, o grande espaço a ser ocupado pelo produto está na substituição dos grãos de cereais, que se constituem nos suplementos tradicionalmente empregados na alimentação animal (CARVALHO, 1995).

Estima-se que, nos Estados Unidos, 90% da polpa cítrica utilizada são consumidos por vacas em lactação, categoria esta para a qual a polpa mostrou-se um alimento de alto valor, principalmente quando a quantidade de forragem disponível é pequena (AMMERMAN e HENRY, 1993).

## 2.2. *Ensilagem e uso de aditivos*

A prática de desidratar o bagaço de laranja é comum, mas devido ao alto custo de energia, muitas vezes esta tecnologia se torna antieconômica.

A ensilagem é outro método de conservação que vem sendo usado, porém, devido às perdas faz-se necessário rever esta tecnologia de conservação, em bases econômicas.

Apesar de se obter silagens de boa qualidade, deve-se destacar que o bagaço de laranja não pode ser considerada como um material adequado a esse processo de conservação devido ao baixo teor de matéria seca. A umidade excessiva normalmente, provocará perdas significativas de nutrientes e encarecimento do transporte (DE FARIA *et al.*, 1971).

O uso de diferentes aditivos na ensilagem do subproduto da indústria de suco de laranja, pode melhorar significativamente a qualidade do ensilado, merecendo ser estudado, principalmente, devido a importância econômica regional. A conservação de uma forrageira como silagem depende da fermentação natural dos açúcares a ácidos, sob condições anaeróbias, principalmente láctico e acético, por bactérias ácido lácticas, o que torna o processo de fermentação grandemente sujeito a variações. McDONALD (1981), resume as alterações bioquímicas que ocorre durante o processo de ensilagem, apontando as atividades enzimáticas das plantas, das bactérias produtoras de ácido láctico, clostrídios, enterobactérias e leveduras como principais responsáveis.

O objetivo original do uso de aditivos foi garantir que as bactérias ácido lácticas dominassem a fermentação resultando em uma silagem bem conservada. A esse respeito, o melaço, que foi disponível comercialmente, forneceu uma fonte de baixo custo de carboidratos fermentáveis e foi grandemente usado por fazendeiros durante o início do século. Em 1933, Virtanen, trabalhando na Finlândia, adotou uma maneira diferente e recomendou a rápida acidificação da forragem com ácidos minerais para chegar a um pH por volta de 3,5 que foi originalmente a idéia que inibiria a atividade microbiana e das enzimas da planta. Em 1945 recebeu o Prêmio Nobel pelo seu esforço. A silagem feita com adição de ácido mineral é chamada de silagem AIV ou processo AIV (McDONALD, 1981; VAN SOEST, 1994).

As perdas na ensilagem ocorrem principalmente na primeira semana de fermentação (ASHBELL e DONAHAYE, 1984) sendo atribuídas à produção de gases que ocorrem durante os primeiros dez dias (ASHBELL e DONAHAYE, 1986). As perdas por lixiviação foram demonstradas em experimentos laboratoriais como sendo entre 18 e 29% da matéria seca (ASHBELL e LISKER, 1987). A conservação do bagaço de laranja, ensilado

por 92 dias, em experimentos laboratoriais, utilizando dois tratamentos, o primeiro com drenagem do efluente e o outro sem drenagem, foi quantificada as perdas por liberação de gases. Os resultados revelaram que no tratamento onde o efluente não foi drenado, a MS perdida foi 21% menor comparado ao tratamento em que o efluente foi coletado (ASHBELL e DONAHAYE, 1986).

Em silagens de bagaço de laranja, armazenados por 142 dias, em que o efluente foi permitido escorrer, e naquele em que o efluente foi mantido dentro do silo, não foram encontradas diferenças nos componentes químicos e microbiológicos (ASHBELL e LISKER, 1987).

O bagaço de laranja geralmente contém entre 12 e 21% de matéria seca e durante o processo de fermentação mais de 22% do peso do bagaço fresco pode ser perdido pela lixiviação (ASHBELL e DONAHAYE, 1986). As perdas causadas por microrganismos aeróbios se restringe à camada superior da silagem de bagaço de laranja, e a presença desses microrganismos não explica todas as perdas registradas durante a estocagem (LISKER, 1987).

WEINBERG *et al.* (1988), estudando o efeito do tratamento com uréia, ácido sórbico ou desidratação na silagem de bagaço de laranja encontraram que, a população microbiana dominante no bagaço de laranja, foi lactobacilos,  $10^8$  Unidade Formadora de Colônia (UFC), por grama de MS, e leveduras ( $10^5$  UFC/g MS) e o maior produto da fermentação foi o etanol (16% da MS da silagem controle, sem aditivo). Houve diferença entre os tratamentos, sendo o tratamento com ácido sórbico, o único efetivo na redução das perdas de MS (15%), confirmando os resultados das análises químicas que apontaram este tratamento como o mais eficiente no processo de fermentação. Também WEINBERG *et al.* (1989), indicaram que a aplicação de ácido sórbico é um tratamento promissor no melhoramento das técnicas de ensilagem do bagaço de laranja, os quais reduziram significativamente as perdas na fermentação.

Para ensilar o bagaço de laranja é necessário melhorar as condições para fermentação, afim de reduzir as perdas na ensilagem (ASHBELL e WEINBERG, 1988). Em estudo verificando as mudanças durante a ensilagem do bagaço de laranja, constatou-se que o alto conteúdo inicial de água, o qual é resultado do processamento industrial para obtenção do produto, afetou a qualidade do bagaço ensilado, tornando necessário um tratamento de secagem ou condicionamento do material, antes da ensilagem (MEGÍAS

*et al.*, 1993). Já SCERRA *et al.* (2001) recomendam, para aumentar o teor de matéria seca do bagaço de laranja, adicionar 20% de palha de trigo picada em partículas igual ou inferior a 2,5 cm, proporcionando uma relação, com base na MS, de 80/20. Num estudo sobre a dinâmica da fermentação do bagaço de laranja durante a ensilagem, ASHBELL *et al.* (1987), demonstraram que apesar do número de leveduras ter sido menor que o número de bactérias lácticas, elas não se extinguíram através do período de ensilagem, devido à presença de açúcares fermentáveis disponíveis, suficientes para manter o metabolismo, atribuindo as perdas a estas populações. Por isso, um modo promissor para melhorar o processo de fermentação do bagaço de laranja seria inibir a população de leveduras.

A população de leveduras que utilizam lactato é um dos fatores determinantes se uma silagem deteriorará ou não à exposição ao ar. A inoculação por bactérias lácticas onde o ácido resultante atua como inibidor das leveduras, devido a rápida fermentação ácida produzida (WOOLFORD, 1990), poderá contribuir para a redução da atividade de levedura durante o uso da silagem.

Ensilagens de plantas forrageiras com cloreto de sódio como aditivo não permitiu o crescimento de *Listeria monocytogenes*, enquanto que em silagens com ácido fórmico (4%) como aditivo foi detectado o microrganismo (CARO *et al.*, 1990). O ácido fórmico tem efeito desidratante, inibe seletivamente algumas bactérias, não inibe a fermentação láctica, promovendo uma rápida diminuição inicial do pH, tornando o ambiente propício ao desenvolvimento de *Lactobacillus spp.* (RUIZ e MUNARI, 1992).

GORDON (1996), estudando o efeito de aditivos em silagens na performance animal, sugere que os tratamentos com ácido fórmico obtiveram valores mais elevados para a digestibilidade *in vitro* da matéria seca em relação às silagens não tratadas.

Em experimento realizado no Paraná, ÍTAVO *et al.* (2000 a e c), constataram que o bagaço de laranja *in natura* pode ser eficientemente conservado sob a forma de silagem sem o uso de aditivos. A aplicação de aditivos, ácidos ou enzimático microbiano, não melhoraram os parâmetros de fermentação das silagens ao ponto de recomendá-los para a confecção de silagem de bagaço.

## 2.3. Valor nutricional

### 2.3.1. Composição química

O valor nutricional do bagaço de laranja, com base na matéria seca, é alto (Bravermann, 1949, citado por ASHBELL *et al.*, 1987). Contudo, o bagaço deteriora-se muito rapidamente durante a estocagem e perde o valor nutritivo, algumas vezes em mais de 50% (ASHBELL e WEINBERG, 1988), havendo a necessidade de desenvolver metodologias para conservá-lo e melhorar a sua estabilidade. Seu valor para a alimentação de ruminantes é alto, semelhante aos grãos, com valores médios de NDT entre 83-88%, 7,0% de PB, 23% de FDN, 22% de FDA, 3% de Lignina e 84% de digestibilidade aparente da matéria seca (ASHBELL, 1992; VAN SOEST, 1994; ÍTAVO *et al.*, 2000b).

No entanto, o bagaço de laranja produzido em diferentes locais pode variar consideravelmente quanto à composição química e valor nutritivo (Hutton, 1987, citado por BRANCO *et al.*, 1994). As diferenças nos processos de desidratação, fontes e variedades das frutas, e o tipo de operação pelo qual o resíduo da fruta é obtido, pode resultar em variações no conteúdo de nutrientes do subproduto final (AMMERMAN e HENRY, 1993), além da extração ou não dos óleos essenciais.

A variação das características nutricionais e fermentativas antes e durante o processo de fermentação na ensilagem do bagaço de laranja é apresentada por MEGIAS *et al.* (1993), onde a composição do bagaço no dia zero da ensilagem foi 21,60% de MS, 5,07% de PB, 12,92% de FDN, 12,89% de FDA e 2,49% de cinzas e com 100 dias de ensilagem foi 22,13% de MS, 8,41% de PB, 23,37% de FDN, 17,07% de FDA e 4,22% de cinzas, semelhantes aos resultados encontrados por ASHBELL e DONAHAYE (1984), onde composições para o bagaço antes da ensilagem: 13,5% de MS; 6,4% de PB; 12,9% de FB e 3,8% de cinzas e após 90 dias de ensilagem encontraram os valores de 12,4% de MS; 8,3% de PB; 17,9% de FB e 4,1% de cinzas.

### 2.3.2. Ingestão, Digestibilidade e Desempenho Animal

O valor nutricional do bagaço de laranja para a alimentação de ruminantes é alto, semelhante aos grãos, com 83 a 88% de NDT, 7% de PB,

23% de FDN; 22% de FDA, 3% de lignina e 84% de digestibilidade aparente da matéria seca (ASHBELL, 1992; VAN SOEST, 1994). DE FARIA *et al.* (1971) encontraram valores, para porcentagem de carboidratos solúveis na MS de bagaço de laranja, entre 37,1 e 43,2%.

Ovinos alimentados com uma ração contendo 40% de bagaço de laranja *in natura* apresentaram maior consumo de NDT, com melhoria na digestibilidade da matéria seca. A ingestão de matéria seca foi 55,7 g/kg de peso metabólico, além disso, durante o período de consumo voluntário, os animais apresentaram melhor balanço de nitrogênio comparado àquele do período de consumo restrito (BRANCO *et al.*, 1994).

ÍTAVO *et al.* (2000b) trabalhando com ovinos machos adultos, com PV inicial de 45 kg, encontraram coeficientes de digestibilidade aparente da matéria orgânica (CDMO), fibra em detergente neutro (CDFDN), proteína bruta (CDPB) e do extrato etéreo (CDEE), da silagem de bagaço de laranja variando, respectivamente de 90,28 a 92,15%; 67,0 a 71,82%; 69,25 a 71,18% e 42,41 a 49,50%. Os aditivos utilizados, inoculante enzimático, ácido fórmico e ácido acético, não melhoraram o CDMO em relação a silagem sem aditivo. Todavia, BRANCO *et al.* (1994), quando estudaram o valor nutritivo do bagaço de laranja *in natura* para cordeiros, encontraram coeficientes de digestibilidade aparente de 75,68% para a MS, 63,93% para a PB e 57,03% para o EE. As divergências encontradas na literatura, deve-se a composição diversificada do bagaço de laranja, que pode variar consideravelmente quanto à composição química e ao valor nutritivo.

A maior digestibilidade de algumas frações da fibra do bagaço de laranja é atribuída, especialmente, a seu alto teor de carboidratos solúveis e pectina, os quais são os responsáveis pela melhora na digestibilidade das silagens (ÍTAVO *et al.*, 2000 c). Isto é corroborado pelos dados dos coeficientes de digestibilidade aparente dos carboidratos não-estruturais (CDCNE) obtidos por ÍTAVO *et al.* (2000b), que foram, em média, 89,2%, sugerindo que o bagaço de laranja é rico em amido, açúcares simples e pectina.

A pectina é um carboidrato estrutural de alta e rápida degradação ruminal, atingindo 90 a 100%, sendo invariavelmente, o carboidrato complexo de mais rápida degradação ruminal (VAN SOEST, 1994). Este polissacarídeo não-amídico, presente no bagaço de laranja, é considerado uma fibra solúvel, apesar de fazer parte da parede celular, constituindo-se em um carboidrato prontamente disponível, para que haja máxima produção

de massa microbiana no rúmen.

Estudos com vacas leiteiras, conduzidos ÍTAVO et al. (2000 d), testaram quatro níveis de substituição (0, 25, 50 e 75% da MS) da silagem de milho pela silagem de bagaço de laranja. A ração total da mistura foi fornecida para as vacas do experimento, em uma relação volumoso : concentrado de 50:50. O consumo de MS apresentou comportamento quadrático, com o aumento do consumo de MS, a partir do nível de 25%. O nível de 25% de substituição foi o que atingiu o valor mínimo de consumo de MS, porém há de se destacar que, a partir desse ponto, o consumo de MS aumentou até atingir o ponto máximo, dentro da faixa de substituição (0 a 75%). Tal fato sugere que o controle da ingestão ocorreu de forma metabólica, devido ao baixo valor de FDA da silagem de bagaço de laranja, que está diretamente ligada ao efeito de enchimento, além de seu alto potencial de degradação, que proporcionaria elevada produção de ácidos graxos voláteis.

A ingestão de matéria seca, em relação ao PV do animal, não diferiu entre as substituições e os valores variaram entre 2,0 e 2,5% do PV. Igualmente, LUCCI et al. (1975), afirmaram que misturas concentradas com até 67% de bagaço seco de laranja podem ser utilizadas, sem que haja redução no consumo ou outros efeitos indesejáveis.

ÍTAVO et al. (2000 d) observaram comportamento quadrático significativo da produção de leite para os níveis crescentes de silagem de bagaço de laranja na ração total, conforme a equação de regressão ajustadas para a produção de leite, em função do nível de substituição (S), em porcentagem, da MS da silagem de milho pela MS da silagem de bagaço de laranja - Leite (kg/dia):  $Y = 21,2943 - 0,0100801 * S - 0,000327999 * S^2$  ( $R^2 = 0,99$ ).

Porém, os dados obtidos por SCERRA et al. (2001) com o uso da silagem de bagaço de laranja, contendo 20% de palha de trigo picada, possibilitou substituir o volumoso e parcialmente o concentrado da dieta tradicional, utilizadas na Itália, para engorda de cordeiros em crescimentos, com vantagens econômicas para os produtores, sem afetar o crescimento e a qualidade da carcaça.

### III. SILAGEM DA PARTE AÉREA DA MANDIOCA

#### 3.1. Considerações iniciais

Já a alguns anos, tem havido constante interesse dos técnicos da área de alimentação em encontrar maneiras de utilizar os recursos regionais disponíveis, de forma mais adequada, buscando-se viabilizar e diversificar a produção de alimentos, com o intuito de aprimorar os métodos ou procedimentos, até então adotados para aumentar a oferta de carne e leite (TIESENHAUSEN, 1987).

Neste enfoque, é constante a busca de fontes suplementares menos onerosas para formulação de rações para os bovinos. Destaca-se a cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) que é tradicionalmente cultivada na maior parte do país e que embora muito conhecida, pouco se explora em ternos de alimentação animal, principalmente por desconhecimento do seu valor nutricional e potencial no tocante à produção animal. Embora as raízes sejam bastante utilizadas na alimentação humana, a parte aérea da mandioca (rama) tem uso restrito como forragem verde ou como forragem conservada na forma de feno ou de silagem. Uma das razões deve-se ao fato de que pouco se conhece, efetivamente, sobre o seu potencial na alimentação animal.

O potencial forrageiro da parte aérea (80%) da mandioca (rama) para a alimentação animal, no Brasil, segundo CARVALHO et al. (1983) é de 14,3 milhões de toneladas de matéria fresca. Ressaltando-se que a quantidade de proteína nas folhas desta euforbiácea é maior do que na maioria das forrageiras tropicais.

A cultura da mandioca foi estabelecida nos países tropicais há mais de 200 anos e por ser um alimento com alto valor energético, pode ser aproveitada tanto na alimentação humana, quanto de animais. A produção mundial de mandioca alcançou, na safra de 1994/95, um volume de 167,0 milhões de toneladas de raízes. Entre os países produtores, o Brasil se destaca em segundo lugar, contribuindo com 23,2% na produção mundial.

No Brasil a cultura é explorada em toda extensão territorial, devido a sua rusticidade, concentrando-se mais intensamente, nos Estados do Paraná, Pará, Bahia e Maranhão, os quais na safra de 95/96, contribuíram com 54% da produção total do país. Na safra de 95/96, o Paraná destacou-se como o principal produtor brasileiro de mandioca, tendo produzido um volume de 3,6 milhões de toneladas de raízes, que após processamento, resultou num

volume de 350 mil toneladas de farinha e de 140 mil toneladas de fécula (GROXKO, 1998).

A cultura de mandioca encontra-se dispersa em vários municípios do estado do Paraná, isto devido ao fato das condições edafoclimáticas e sócio-econômicas regionais, serem propícias para esta cultura (GROXKO, 1998). A mandioca também tem relevante importância social utilizando mão-de-obra em períodos de ociosidade, aumentando a fonte de renda dos produtores. A mandioca é uma planta que serve tanto para a alimentação humana como para o forrageamento de animais. É considerada uma excelente forrageira, dada a sua capacidade de produzir raízes feculentas com um potencial energético considerável, além de fornecer ramas (hastes e folhas) dotadas de significativo valor protéico. Contudo, ao se efetuar a colheita das raízes de mandioca para fazer farinha e outros produtos alimentares, as ramas são, geralmente, abandonadas no campo. Sabe-se, entretanto, que as ramas de mandioca apresentam um elevado valor nutritivo (GRAMACHO, 1973) sendo equivalente ao da alfafa, na alimentação de animais (VELLOSO et al., 1967; MODESTO et al., 2001).

### **3.2. Aspectos gerais sobre a cultura da mandioca**

A colheita da mandioca pode ser realizada ao longo do ano, a medida que as raízes atingem maturidade. Desta forma, tem-se estudado variedades que são capazes de se adaptarem às diferentes regiões e proporcionarem diferentes épocas de colheita. É importante ressaltar que em regiões que apresentam chuvas sazonais, a colheita é normalmente realizada na estação seca ou durante o período de repouso da planta, ao passo que, em regiões onde ocorrem chuvas durante todo o ano, a colheita pode ser efetuada em qualquer época (GRACE, 1971).

Na alimentação animal a mandioca pode ser fornecida sob as mais variadas formas: raízes frescas, raspas, restos culturais (haste e folhas) e subprodutos sólidos de sua industrialização (cascas, entrecascas, descarte e farelos) (CARVALHO NETO et al., 1994). Através do processo de secagem, os compostos tóxicos, (glicosídeos cianogênicos) são eliminados, pois, em países em desenvolvimento, as folhas associadas com raízes, são empregadas na alimentação humana e animal (BARBOSA, 1988).

Na obtenção de concentrados protéicos foliares, a idade, ou estágio de maturação das folhas na colheita, podem influenciar na quantidade de

proteína extraída (MODESTO et al., 2001). As raízes tuberosas de mandioca podem ser usadas a partir do segundo ou terceiro mês de plantio, mas o pleno crescimento durante o primeiro ciclo é verificado do 5º ao 8º mês. Para que ocorra um perfeito entendimento do comportamento da planta, é necessário um estudo do ciclo vegetativo (BARBOSA, 1988). A poda da parte aérea da mandioca é um meio de se aumentar a produção de massa verde de cultivares utilizados para produção de raízes. PINHO et al. (1981) informaram que a poda efetuada ao 12 meses de plantio contribui para uma maior produtividade da parte aérea sem afetar o rendimento da cultura, desde que seja aplicada 4 a 6 meses antes da colheita. Contudo, quando o objetivo é o arraçoamento animal, PINHO (1985) recomenda que as podas sejam efetuadas aos 4 e /ou 14 meses de plantio, quando as plantas apresentam um melhor valor nutritivo e maior densidade foliar.

### **3.3. Tecnologia de ensilagem**

A tecnologia de ensilagem da parte aérea da mandioca deve seguir o mesmo princípio (fermentação anaeróbia) daquela utilizada para conservação de qualquer forrageira. Deve-se tomar todos os cuidados em relação ao carregamento, compactação, vedação e posterior descarregamento do silo.

Logo após o corte a rama deve ser picada em desintegrador de forragem e devidamente compactado. Embora a ensilagem da parte aérea da mandioca sem picar também seja viável, desde que se use trator pesado para obter alta densidade, é preferível sempre picar o material, em partículas de 1 a 2,5 cm. Esse procedimento possibilita uma melhor compactação com aumento da densidade e, conseqüente, redução da porosidade da silagem. Assim, haverá melhor qualidade de fermentação e maior estabilidade da silagem durante a utilização.

Uma boa compactação deve proporcionar, em torno de 600 kg/m<sup>3</sup> de silagem. Normalmente silos tipo trincheira revestidos proporcionam melhores condições de compactação e perdas insignificantes, embora a silagem de rama de mandioca também possa ser feita em silos de superfície, desde que adequadamente manejados.

### **3.4. Valor Nutricional**

A parte aérea da mandioca corresponde a toda porção da planta

acima do solo, apesar de alguns autores considerarem como aproveitável para alimentação animal e/ou humana apenas o terço superior, mais enfolhado e conseqüentemente mais rico do ponto de vista nutricional (CARVALHO e KATO, 1987). A parte aérea da mandioca é sistematicamente perdida no campo, durante a colheita das raízes (EUCLIDES et al., 1988). Exceto quando utilizado para o replantio. Todavia, esse material, mormente o terço superior da parte aérea, poderia ser fornecido aos ruminantes, pois tem um alto valor como forragem (NORMANHA, 1962; MODESTO et al., 2001).

Além da alta produtividade, a parte aérea da mandioca, principalmente folhas, apresentam elevados teores protéicos e com teores de fibras inferiores aos de várias forragens tropicais. Estudo comparativo do feno da parte aérea da mandioca com o feno da alfafa, concluiu ser a parte aérea da mandioca nutricionalmente superior, por apresentar menores teores de fibra e maiores teores de carboidratos, quando fornecido a novilhos (CARVALHO e KATO, 1987). A composição química - bromatológica média da parte aérea da mandioca utilizada de diferentes formas está expressa na Tabela 1, ressaltando-se que ainda é observada grande escassez de dados quanto ao valor nutricional deste resíduo.

Tabela 1. Valores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e fibra bruta (FB), digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS), digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) em % de MS na folha, feno e silagem da parte aérea da mandioca.

Ítem <sup>1</sup>	Folha	Feno	Silagem
MS	92,18	93,70	88,92
PB	29,14	25,50	21,50
EE	-	34,89	25,76
FB	-	-	7,10
DIVMS	-	50,1	-
DIVMO	-	48,5	-
DIVPC	83,08	-	-

<sup>1</sup> Valores médios observados a partir de TIESENHAUSEN (1987); GOMEZ et al. (1982); FIALHO et al. (1991); ARAÚJO E LANGUIDEY (1982); BATISTA (1984) e MODESTO et al. (2001).

MODESTO et al. (2001) ao avaliarem os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e digestibilidade "in vitro" da parede celular (DIVPC) das folhas de cultivares de mandioca colhidos em diferentes idades,

dos 12 até os 21 meses, iniciados em agosto de 1998 e finalizando em maio de 1999, observaram que não houveram diferenças entre os cultivares ao analisar a MS (92,2%), mas foi observado diferenças que variaram de 85 à 79 % para a DIVPC, devido aos cultivares, destacando-se o cultivar Fécula Branca superior ao cultivar Mico. Diferenças marcantes também são observadas para PB, quando se estuda a idade da parte aérea da mandioca, sobre os níveis de proteína bruta das folhas, conforme pode-se observar na Tabela 2.

Tabela 2. Proteína bruta (%) das folhas de diferentes cultivares de mandioca, em diferentes idades ao corte.

Idade Meses	Cultivar				
	Mico	Fibra	IAC-14	IAC-13'	Fécula Branca
12	35,21 aB	38,44 aA	36,91 aAB	37,93 aA	34,70 bB
13	35,95 aA	37,94 abA	37,27 aA	36,00 aA	37,66 aA
14	34,44 aB	35,71 bAB	36,30 aAB	37,39 aA	34,67 bB
15	29,21 bB	31,66 cA	31,52 bAB	30,94 bAB	33,07 bA
16	27,74 bcC	30,07 cB	28,93 bcdBC	30,38 bAB	32,42 bA
17	26,44 cdB	26,95 dAB	28,15 cdeAB	28,93 bA	29,20 cdA
18	23,72 eC	26,01 dBC	28,62 cdA	28,50 bA	26,95 bAB
19	25,70 cdeB	30,08 cA	29,82 bcA	29,99 bA	29,47 cA
20	24,76 deC	26,41 dBC	26,99 deABC	28,27 bAB	28,89 cdA
21	23,16 eC	20,73 eD	25,86 eAB	23,80 eBC	26,63 dA

Letras minúsculas diferentes na mesma linha e as letras maiúsculas diferentes na mesma coluna mostram diferenças significativas entre as médias pelo teste de Tukey (P < 0,05).  
FONTE: MODESTO et al. (2001).

Tais constatações também foram feitas por CARVALHO (1987) que descreve a influência da época de colheita, das condições climáticas e dos tratos culturais sobre a composição química da parte aérea da mandioca. Devido a isso, é importante se fazer análises que caracterizem, nas épocas, os melhores valores nutricionais das diversas variedades de mandioca.

Em um estudo de 10 cultivares, obtidas em cinco épocas de colheita, observou-se que os fenos do terço superior são ricos em proteínas, enquanto que os 2/3 inferiores, em amido. Houve também relação inversa entre estes dois constituintes, ou seja, no período seco do ano (8 e 20 meses após o plantio), o terço superior reserva mais amido em detrimento ao teor protéico, enquanto que no período chuvosos (novembro a março), ou seja,

aos 12 e 16 meses, as plantas, por estarem mais enfolhadas, apresentam-se com altos teores protéicos, próximos a 20% (CARVALHO et al., 1985).

Para a obtenção de fenos com elevado teor protéico, deve-se dar preferência ao terço superior, fazendo-se a colheita aos 12 e 16 meses após o plantio. Nestas épocas, apesar dos taninos totais serem altos, as formas poliméricas apresentam-se com teores relativamente baixos, não suficientes para exercerem efeito depressor na digestibilidade protéica (CARVALHO et al., 1985).

BARBOSA (1972) estudando fenos das cultivares Guaxupé e Mantiqueira, colhidas aos quatro, sete e aos dez meses, verificou que há redução dos teores de proteína com o avanço do estágio vegetativo e tendência de diminuição da digestibilidade da matéria seca em ambos cultivares.

Enquanto que, BATISTA (1984) testando 30 cultivares de mandioca na alimentação de búfalos, encontraram valores de 12,1 a 22,9% de proteína; digestibilidade "in vitro" da matéria seca (DIVMS) variando de 40,1% a 60,1%; e a digestibilidade "in vivo" da matéria orgânica (DIVMO) variando de 38,4% a 58,8%.

OLIVEIRA et al. (1984) trabalhando com feno e silagem de rama de mandioca (parte aérea total e do terço superior) para carneiros, não encontraram diferenças significativas de valor nutritivo (VN) e balanço de nitrogênio (BN) em fenos e silagem. Embora sem diferenças significativas, observaram que, numericamente, o VN e BN foram superiores para o feno e a silagem do terço superior.

O feno de rama de mandioca é recomendado na alimentação de não-ruminantes e ruminantes, como foi evidenciado por vários autores em estudos realizados com aves (MENDES et al., 1973; CÉSAR, 1981; COSTA, 1993), suínos (HERVAS, 1982; ALMEIDA, 1989), coelhos (SCAPINELLO et al., 1986; MOREIRA et al., 1988; EL BAKI et al., 1992; OMOLE et al., 1992; EL BAKI et al., 1993), bovinos leiteiros (COSTA et al., 1988; MODESTO et al. 2001) e ovinos (CATUNDA et al., 1985).

ARAÚJO e LANGUIDEY (1982) produziram fenos do terço superior da parte aérea da mandioca, variedade Caravela, utilizando plantas com 10 a 12 meses de idade. Os fenos foram confeccionados (A) por processo de desidratação natural, ao ar livre em área ensolarada e (B) por desidratação artificial em fornos com aquecimento a lenha, sem controle de temperatura e de tempo de secagem. Os resultados das análises químicas dos fenos

produzidos pelos processos A e B, com base na matéria seca, foram: 22,21 e 23,12% para proteína bruta; 24,89 e 27,35% para fibra bruta; 7,36 e 6,83% para extrato etéreo; 36,22 e 32,88% para extrativos não nitrogenados; 88,34 e 87,96% para matéria seca.

A análise das folhas revelou teores de 9% para fibra bruta e 23 a 28% para proteína bruta (GOMEZ et al., 1982). Seu conteúdo protéico decresce expressivamente com a idade da planta, estabilizando entre o 9º e o 10º mês após o plantio (JESUS, 1985) e com a variedade utilizada (MONTALDO et al., 1994).

Segundo FIALHO et al. (1991) o feno de rama de mandioca apresenta a seguinte composição: matéria seca 86,20%; proteína bruta 15,89%; NDT 80,08%; energia digestível 1,82 Mcal/kg; energia metabolizável 1,67 Mcal/kg; cálcio 1,03%; fósforo 0,22%; fibra 22,78%; metionina+cistina 0,26%; lisina 0,65%.

O feno e a silagem da parte aérea da mandioca, principalmente quando confeccionados com o terço superior da planta, são excelentes volumosos para a alimentação de bovinos, notadamente, na época da seca. A parte aérea da planta deve ser usada quando a relação caule:folha for inferior a 1, ou seja, deve ter boa proporção de folhas, pois é esta a parte da planta que encerra maior quantidade do nutriente (TIESENHAUSEN, 1987). Desta forma, devido a grande quantidade de resíduo de mandioca que é descartada ao longo do ano, a rama deve ser caracterizada quimicamente, podendo entrar na alimentação de ruminantes.

### **3.5. Toxicidade da parte aérea da mandioca**

A utilização das raízes e da parte aérea da mandioca na alimentação de animais deve ser feita com cautela devido à toxicidade aguda e crônica causada pelo seu consumo prolongado, uma vez que o ácido cianídrico é um poderoso veneno respiratório que pode ser fatal, alguns minutos após a sua ingestão, se consumidas em altas doses, e em doses baixas pode agir como depressor do crescimento (GRAMACHO, 1973). Apesar que, no processo de secagem, os compostos tóxicos, (glicosídicos cianogênicos) são eliminados, podendo as folhas associadas com as raízes, serem empregadas na alimentação humana e animal (BARBOSA, 1988).

MARTINEZ (1979) estudou os possíveis níveis de toxicidade para animais pelo teor de ácido cianídrico contido num quilograma de

amostra fresca, considerando inócuo para animais, teores de ácido cianídrico inferiores a 50 mg por quilograma do produto fresco (50 ppm); moderadamente tóxico de 50 a 100 mg por quilograma (50 a 100 ppm); e altamente tóxico, valores superiores a 100 mg por quilograma (100 ppm).

Os glicosídeos cianogênicos distribuem-se nas raízes e parte aérea da planta, apresentando maior concentração na entrecasca das raízes e nas folhas (KASS et al., 1981), sendo as folhas bem mais tóxicas que as raízes (TELES, 1995). O sombreamento de plantas jovens pode aumentar o teor de glicosídeos cianogênicos nas folhas e causar sua redução nas raízes (BRUIJIM, 1982). A concentração de ácido cianídrico é maior nas folhas novas do que nas velhas (KASS, 1981). O ácido cianídrico pode ser facilmente volatilizado quando as raízes são submetidas ao sol e ao calor (TOLEDO, 1969). Contudo, quando a temperatura passa dos 75° C a enzima linamarase é inativada (CARVALHO, 1983 e TAVARES, 1989).

A fenação é um processo de conservação de forragem considerados eficientes, quanto à volatilização do ácido cianídrico, se o material é devidamente desidratado atingindo teores de 10 a 13% de umidade (NORMANHA, 1959). Com relação a isso, GRAMACHO (1973) verificou que durante 5 dias de fenação ao sol a quantidade de ácido cianídrico se manteve estável, começando a cair a partir do oitavo dia até desaparecer (reação não venenosa), aos 18 dias de fenação, tanto para as amostras de folhas como de ramas (hastes e folhas), e aos 12 dias para aquelas que sofreram trituração. Esse resultado leva a supor que a trituração favoreça a liberação do ácido cianídrico, como já havia sido observado por NORMANHA (1959).

Outros pesquisadores também se preocuparam com esse problema do ácido cianídrico da mandioca. KASS et al. (1981) estudaram três métodos de eliminação do ácido cianídrico em folhas de mandioca. Para eliminação de 71% de ácido cianídrico gastou-se 108 horas de secagem à sombra, 72 horas de secagem ao sol e 48 horas de secagem em estufa, com circulação de ar a 60° C. Com relação à secagem com ar quente, MANER (1972) salienta que realmente ela é rápida e eficiente na eliminação do ácido cianídrico livre, porém tem a desvantagem de deixar grande parte do glicosídeo cianogênico linamarina intacto. Este fato pode se constituir em grave problema na alimentação animal porque o ácido clorídrico no estômago hidrolisa os glicosídeos cianogênicos liberando o ácido cianídrico. Contudo, a secagem ao sol possibilita a ação da enzima linamarase, eliminando tanto

o ácido cianídrico livre como os glicosídeos, apresentando a vantagem de ser um método simples.

TAVARES (1989) avaliou processos de fenação que pudessem ser eficientes em produzir feno de boa qualidade, livres de teores tóxicos de ácido cianídrico. Os processos de desidratação foram: 1) desidratação ao sol de ramas picadas; 2) desidratação à sombra de ramas picadas; 3) desidratação ao sol das ramas inteiras; 4) desidratação à sombra de ramas inteiras. Os resultados mostram que todos os processos reduziram o teor de ácido cianídrico do material desidratado, com maior eficiência do processo de desidratação à sombra das ramas picadas. O processo de desidratação ao sol das ramas picadas apresentou o mais elevado teor de ácido cianídrico quando comparado aos demais processos de desidratação. O autor verificou que esse resultado está em desacordo com outros pesquisadores (NORMANHA, 1959; TOLEDO, 1969 e CARVALHO, 1983), vez que a trituração e o calor do sol são fatores que favorecem a volatilização do ácido cianídrico devido a ativação da enzima linamarase. TAVARES (1989) argumenta que a secagem ao sol sobre o plástico preto possa ter favorecido uma maior absorção de calor, levando o material a temperaturas mais elevadas, passíveis de inativação da enzima linamarase, que possivelmente se dá a 75° C.

#### 4. Considerações Finais

Os resíduos agro-industriais, tais como o bagaço de laranja *in natura* e parte aérea da mandioca, se constituem em fontes alternativas para a alimentação animal. Os conhecimentos atuais, norteados pelas recomendações descritas no texto, permitem recomendar estes resíduos, até mesmo na alimentação de vacas leiteiras de alta produção. Todavia, ainda restam algumas lacunas a serem preenchidas. No que se refere ao bagaço de laranja *in natura*, o alto teor de umidade encarece e dificulta o transporte para outras regiões, mesmo próximas do centro produtor. Ainda, o baixo teor de matéria seca induz perdas de nutrientes por lixiviação. Nas regiões produtoras, uma alternativa, para o uso de bagaço de laranja, seria a ensilagem, adicionado com a parte aérea da mandioca, feno ou palha de trigo/arroz, à base de 20 a 30% da matéria seca.

Para a parte aérea da mandioca, a maior dificuldade encontrada é a falta de equipamentos/maquinários adequados para a colheita no campo e a picagem, quando se objetiva a conservação na forma de silagem.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A. M. L. de. *Utilização de feno de ramas de mandioca (Manihot esculenta Crantz) na alimentação de porcas em gestação e lactação*. Cruz das Almas: UFBA, Escola de Agronomia, 1989. 111 p. (Dissertação de Mestrado).
- AMMERMAN, C. B., HENRY, P. R. Citrus and vegetable products for ruminants animals. *Feeding and Nutrition*. University of Florida, 1993.
- ARAUJO, E. C. de, LANGUIDEY, P. H. Composição química, consumo voluntário e digestibilidade de fenos de ramas de mandioca. *Pesq. Agrop. Bras.*, Brasília, v. 17, n. 11, p. 1679 - 1684, 1982.
- ASHBELL, G. Conservation of citrus peel by ensiling for ruminant feed In: SIMPÓSIO UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS AGRO-INDUSTRIAIS E RESÍDUOS DE COLHEITA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES. São Carlos, SP. *Anais... EMBRAPA/UEPAE de São Carlos, SP*. 1992.
- ASHBELL, G., DONAHAYE, E. Laboratory trials on conservation of orange peel silage. *Agric. Wastes*, v.15, p.133-137, 1986.
- ASHBELL, G., DONAHAYE, E. Losses in orange peel silage. *Agric. Wastes*, v.11, p.73-77, 1984.
- ASHBELL, G., LISKER, N. Chemical and microbiological changes occurring in orange peel and in the seepage during ensiling. *Biological Wastes*, v.21, p.213-220, 1987.
- ASHBELL, G., PAHLOW, G., DINTER, B. et al. Dynamics of orange peel fermentation during ensilage. *J. Applied Bact.*, v.63, p.275-279, 1987.
- ASHBELL, G., WEINBERG, Z. G. Orange peels: The effect of blanching and calcium hydroxide addition on ensiling losses. *Biol. Wastes.*, v.23, p.73-77, 1988.
- BARBOSA, C. *Aproveitamento da parte aérea da mandioca na alimentação animal*. Piracicaba, SP: ESALQ, 1972, 71p. Dissertação de Mestrado em Zootecnia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1972.
- BARBOSA, M.A. *Teores de ácido cianídrico, carboidrato e proteína em mandioca (M. esculenta Crantz), durante o segundo ciclo vegetativo*. Viçosa, MG: UFV, 1988, Dissertação de Mestrado em Zootecnia - Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- BATISTA, H.S.M.; CAMARÃO, A.P. e FREITAS, M.C.M. Cultivares de mandioca para alimentação de ruminantes In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 21, 1984, Belo Horizonte. *Anais... Belo Horizonte*: SBZ, p.293, 1984.
- BRANCO, A. F., ZEOULA, L. M., PRADO, I. N., et al. Valor nutritivo da polpa de citrus *in natura* para ruminantes. *Unimar*, v.16, (Suppl. 1), p.37-48., 1994.
- BRUIJIN, G. H. de. Necesidad de reducion la cianogenesis de la yuca. In: TRABAJOS DE UM SEMINÁRIO CELEBRADO EN OTTAWA, Canadá, mayo 31 - junio 2, 1982. Ed. F. Delange y R. Ahluivallia, 1982.
- CARO, M. R., ZAMORA, E., LEON, L. et al. A. Isolation and identification of *Listeria monocytogenes* in vegetable by-product silages containing preservative additives and destined for animal feeding. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.31, p.285-291, 1990.
- CARVALHO NETO, O. WALTRICK de BEM, C. H. Mandioca. In: 6º SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 1994, Piracicaba. *Anais... Piracicaba* : FEALQ, Utilização de Resíduos Culturais e de Beneficiamento na Alimentação de Bovinos. 1994. p.215-228.
- CARVALHO, J. L. H. de. *A mandioca, raiz e parte aérea na alimentação animal*. Planaltina: CPAC/EMBRAPA, 1983. 43 p. (Circular Técnica Nº 17).
- CARVALHO, J. L. H.; PEREIRA, E. A., COSTA, I. R. S. 1983. Parte aérea da mandioca na alimentação animal II. O farelo de parte aérea da mandioca na silagem do capim-elefante Planaltina, *EMBRAPA - CPAC* (EMBRAPA CAPC, Comunicado Técnico, 30).
- CARVALHO, M. P. Citros. In: 6º SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS. Piracicaba. *Anais... Piracicaba*: FEALQ. 1995. p.171-214.
- CARVALHO, V. D., PAULA, M. B. de e JUSTE JR. E. S.G. 1985. Efeito da época de colheita no rendimento e composição química de fenos da parte aérea de dez cultivares de mandioca. *Rev. Bras. Mand.* v. 4, n. 1, p. 43-59.
- CARVALHO, V. D., KATO, M. S. A. 1987. Potencial de utilização da parte aérea da mandioca. In: *Inf. Agropec.* v.13, n.145, p. 23-28.
- CATUNDA, A.G., MENEZES, F.A.B., SALES, F.S.M. Aproveitamento do caju e do feno da rama de mandioca na alimentação de ovinos nas condições do litoral cearense. Fortaleza: EPACE, 1985. (Informe , 24).
- CÉSAR, J. S. Ramas de mandioca e confrei - pigmentantes naturais para gemas e ovos. *Inf. Agropec.*, v. 7, n. 79, p. 30-31, 1981.
- COSTA, J. B., SILVA, V. G. da, RODRIGUES, F. M. et al. *Efeito do feno de mandioca e de uréia associada à mistura mineral sobre o ganho de peso de novilhos*. Salvador, EPABA, 1988. 93 p. (Boletim de Pesquisa, 17)
- COSTA, P. M. *Utilização da mandioca (Manihot esculenta Crantz) em rações de poedeiras*. Fortaleza, UFCE, 1993. 87 p. Dissertação de Mestrado.
- DE FARIA, V. P., TOSI, H., SILVEIRA, A. C. Avaliação da polpa de laranja fresca e ensilada como alimento para bovinos. *O Solo*. Piracicaba, SP. v.63, n.2, p. 49-55, nov. 1971.
- EL BAKI, S. M. A., NOWAR, M. S., BASSUNY, S. M. et al. 1993. Cassava as new animal feed in Egypt. 3. Pelleted complete cassava feed growing rabbits. Zagazig University. *World Rabbit Sci.*, v. 1, n. 4, p. 139-145.
- EL BAKI, S. M. A., SONOBOL, S. M., EL GENDY, K. M. et al. 1992. Leaf protein concentrate (LPC) from cassava and folder beet as protein source for

- rabbits. Zagazig University. *Egyptian J. Sci.*, v. 2, n. 2, p. 123-133.
- EUCLIDES, V. P. B., S' THIAGO, L. R. L., SILVA, J. M., O'DONOVAN, P. B. 1988. Efeito da suplementação de rama de mandioca e grão de sorgo sobre a utilização da palha de arroz por novilhos. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.23, n.6, p. 631-643.
- FIALHO, E.T., BARBOSA, H. P., ABREU, J.L.M. *Análise proximal e valores energéticos de alguns alimentos para suínos*. Concórdia: CNPSA/EMBRAPA, 1991. 5 p. (Comunicado Técnico).
- GOMEZ, G. G., SANTOS, N. J., VALDIVESCO, G.M. Utilizacion de raices y productos de yuca en la alimentacion animal. In: Yuca, investigacion. Cali, Colombia: CIAT, 1982. p. 539-566.
- GORDON, F. J. Effect of silage additives and wilting on animal performance In: GARNSWORTHY, P. C., COLE, D. J. A. *Recent developments in ruminant nutrition 3*. Nottingham, University Press. 1996. p.229-244.
- GRACE, M. 1971. *Cassava processing*. Rome: FAO, 124p. (Agricultural Service Bulletin, 8).
- GRAMACHO, D. D. *Contribuição ao estudo químico-tecnológico do feno de mandioca*. Cruz das Almas: Escola de Agronomia da UFBA. Convênio UFBA/Brascan Nordeste, 1973. p.143-152. (Série Pesquisa n.º 1).
- GROXKO, M. 1998. Mandioca. In: *Acompanhamento da Situação Agropecuária do Paraná. Governo do estado do Paraná, Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento – SEAB, Departamento de economia rural – DERAL*. Curitiba, 24(9) 67-72.
- HERVAS, E. M. *Mandioca, potencial energético na alimentação do suíno*. Londrina, PR: IAPAR, 1982. 53 p.
- ÍTAVO, L. C. V.; SANTOS, G. T.; JOBIM, C. C.; VOLTOLINI, T. V.; BORTOLASSI, J.R.; FERREIRA, C. C. B. Aditivos na conservação do bagaço de laranja in natura na forma de silagem. *Rev. Bras. Zoot.*, v.29, n.5, p. 1474-1484, 2000a.
- ÍTAVO, L. C. V.; SANTOS, G. T.; JOBIM, C. C.; VOLTOLINI, T. V.; FARIA, K. P.; FERREIRA, C. C. B. Composição e digestibilidade aparente da silagem de bagaço de laranja. *Rev. Bras. Zoot.*, v.29, n.5, p. 1485-1490, 2000b.
- ÍTAVO, L. C. V.; SANTOS, G. T.; JOBIM, C. C.; VOLTOLINI, T. V.; FARIA, K. P.; FERREIRA, C. C. B. Avaliação da silagem de bagaço de laranja com diferentes aditivos por intermédio dos parâmetros de fermentação ruminal de ovinos e contribuição energética dos ácidos graxos voláteis. *Rev. Bras. Zoot.*, v.29, n.5, p. 1491-1497, 2000c.
- ÍTAVO, L. C. V.; SANTOS, G. T.; JOBIM, C. C.; VOLTOLINI, T. V.; FARIA, K. P.; FERREIRA, C. C. B. Substituição da silagem de milho pela silagem do bagaço de laranja na alimentação de vacas leiteira. Consumo, Produção e Qualidade do leite. *Rev. Bras. Zoot.*, v.29, n.5, p. 1498-1503, 2000d.
- JESUS, V. S. de. *Teor de carboidratos, proteína e ácido cianídrico de dez variedades de mandioca (Manihot esculenta Crantz) durante o primeiro ciclo*. Viçosa: UFV, 1985. 64 p. Dissertação de Mestrado.
- KASS, M. L., ALBUQUERQUE, M., CARDOSO, E.M.R. Concentração e métodos de eliminação de ácido cianídrico em folhas de mandioca (Manihot esculenta Crantz). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 1979, Cruz das Almas, BA. *Anais ... Cruz das Almas*, 1981. p. 149-157. v. 2.
- LISKER, N. Changes in the aerobic microbial population of orange peel and wheat silage. In: AGRICULTURAL RESEARCH ORGANIZATION. The Volcani Center, Bet Dagan, Israel. 1987. p.161-166.
- LUCCI, C. S.; VELLOSO, L.; MASOTTI, N. et al. Polpa seca de laranja versus milho desintegrado em misturas concentradas para vacas em lactação. *Rev. Fac. Med. Vet. Zootec.*, v. 12, p. 163-168, . 1975.
- MANER, J. H. Effect of processing methods on the nutritional value of certain feeds for suine in Colombia and Ecuador. NRS-NAS and University of Florida. In: SYMPOSIUM OF THE EFFECT OF PROCESSING ON THE NUTRITIONAL VALUE OF FEEDS. Gainesville, Florida. 1972.
- MARTINEZ, I.B.E. *Utilizacion de hojas y tallos deshidratados de yuca (Manihot esculenta Crantz) en alimentacion animal*. Sertanejas, Bolivar: Universidad Simón, 1979.
- McDONALD, P. *The biochemistry of silage*. New York: Ed. John Wiley & Sons Ltda, 1981. 207p.
- MEGÍAS, M. D., MARTINEZ-TERUEL, A., GALLEGO, J. A. et al. Chemical changes during the ensiling of orange peel. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.43, p.269-274, 1993.
- MENDES, M.A., COSTA, B. M. da, GRAMACHO, D. D. *Efeito do feno de folhas de aipim na alimentação de pintos*. Cruz das almas: Convênio UFBA/Brascan Nordeste, 1973. p.154-159. (Série Pesquisa n.º 1).
- MODESTO, E.C., SANTOS, G.T., VIDIGAL FILHO, P.S., ZAMBOM, M.A., VILELA, D., JOBIM C.C., FARIA, K.P., DETMANN, E. Composição química das folhas de cinco cultivares de mandioca (Manihot Esculenta, Crantz) em diferentes épocas de colheita. 38º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. . In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38', 2001, PIRACICABA, SP, *Anais...*, Piracicaba: SBZ, 2001. p. 1033-1034.
- MONTALDO, A., MONTILLA, J. J., ESCOVAR, I. 1994. El follage de yuca (Manihot esculenta ) como fuente potencial de proteínas, *Rev. Bras. Mand.*, v. 13, n. 2, p. 123-136.
- MOREIRA, I., SCAPINELLO, C., FURLAN, A. C. et al. Substituição do feno de alfafa pelo feno do terço superior de mandioca em rações de coelhos em

crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 25, 1988, VIÇOSA, MG, *Anais...*, Viçosa: SBZ, 1988. p. 71

NORMANHA, E. S. Eliminação do veneno das raízes de mandioca. *O Agrônomo*, v. 4, n. 3/4, p. 4. 1959.

NORMANHA, E. S. 1962. Farelo de ramas e folhas de mandioca. *O agrônomo*, n.14, p.16-19.

OLIVEIRA, J. P.; TIESENHAUSEN, I. M. E. V. VON; FALCO, J. E. et al. 1984. Composição química e consumo voluntário do feno e da silagem da parte aérea da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). *Cien. Prat.*, v.8, n.2, p.203-213.

OMOLE, T. A., HAHN, S. K., REDNOLDS, L. et al. The use of cassava for feeding rabbits. Ibadania: International Institute of Tropical Agriculture, 1992. p. 137

PINHO, J.L. de, MELLO, F. I. O., TÁVORA, F.J.F. et al. Obtenção de maniva semente de mandioca através da poda, na região litorânea do Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, Salvador, 1979. *Anais ... Brasília, D. F. , EMBRAPA/DID/SBM, 1981. p. 161-170.*

PINHO, J.L.N. de. 1985. Influência da poda da parte aérea da mandioca no rendimento de ramas, raízes e amido. *Rev. Bras. Mand.*, v. 2, n. 4, p. 46-53.

RUIZ, R. L., MUNARI, D. P. Microbiologia da Silagem in *Microbiologia Zootécnica*. Roca. São Paulo. 1992.

SCERRA, V.; CAPARRA, P.; FOTI, F.; LANZA, M.; PRIOLO, A., 2001. Citrus pulp and wheat straw silage as na ingredient in lamb diets: effets on growth and carcass and meat quality. *Small Rum. Res.*, v. 40, p. 51-56.

SCAPINELLO, C., FALCO, J. E., OLIVEIRA, B. L. de et al. Características de desempenho e carcaça de coelhos alimentados com rações contendo feno do terço superior da rama de mandioca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 23, 1986, Campo Grande – MS, *Anais...*, Campo Grande: SBZ, 1986. p. 83

TAVARES, I. Q. *Fenação de ramas de mandioca ( Manihot esculenta Crantz: volatilização do HCN e influência do armazenamento na conservação e qualidade do feno*. Cruz das Almas – BA: UFBA, Escola de Agronomia, 1989. 62 p. (Dissertação de Mestrado).

TEIXEIRA, J.C., 2001a. Utilização da polpa cítrica na alimentação de bovinos leiteiros. Parte I. *Milkbizz Tecnol.*, v. 1, n. 3, p.25-28.

TEIXEIRA, J.C., 2001b. Utilização da polpa cítrica na alimentação de bovinos leiteiros. Parte II. *Milkbizz Tecnol.*, v. 1, n. 4, p.23-25.

TELES, F. F. 1995. Toxicidade crônica da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na África e América Latina. *Rev. Bras. Mand.*, v. 14, ½, p. 107-116.

TIESENHAUSEN, M. E. V. VON. 1987. O feno e a silagem da rama de mandioca na alimentação de ruminantes. In: *Inf. Agropec.* v.13, n.145, p.42-47.

TOLEDO, F. F. 1969. Aproveitamento das folhas e das ramas de mandioca na

alimentação. *Solo*, v. 61, n. 1, p. 65-69.

VAN SOEST, P. J. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Comstock Publ. Assoc. Ithaca, 1994. 476 p.

VELLOSO, L. J., SILVEIRA, J., RODRIGUES, A. J. et al. Estudo do valor de alguns fenos de plantas tropicais comparados á alfafa em rações de suínos. *Bol. Ind. Animal*, v. 24, p. 53-57. 1967.

WEINBERG, Z. G., ASHBELL, G., HOREV, B. The effect of sorbic acid on loss redution during storage of orange peels. *J. Sci. Food Agric.*, v.46, p.253-258, 1989.

WEINBERG, Z. G., PAHLOW, G., DINTER, B. et al. The effect of treatment with urea, sorbic acid or dehydration on orange peel silage. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, v.20, p.335-342, 1988.

WOOLFORD, M. K. A Review: The detrimental effects of air on silage. *J. Appl. Bacteriol.* v.68, p.101-116, 1990.

# ESTIMAÇÃO DO CONSUMO EM RUMINANTES ALIMENTADOS COM DIETAS SUPLEMENTADAS, COM O USO DA TÉCNICA DE *n*-ALCANOS.

Julio Cesar Damasceno<sup>1</sup>  
Cristiano Côrtes<sup>2</sup>  
Geraldo Tadeu dos Santos<sup>1</sup>  
Ulysses Cecato<sup>1</sup>  
Nelson Massaru Fukumoto<sup>3</sup>

## 1. Introdução

A suplementação de dietas basais, normalmente forragem pastejada, com concentrados, subprodutos da agroindústria, forragens conservadas, dentre outros, tem sido destacada como método efetivo para aumentar a ingestão de matéria seca e energia em vacas leiteiras, animais em crescimento e engorda. Por esta razão, tal prática vem sendo muito utilizada nos mais diversos sistemas de produção de animais ruminantes.

Analizando-se experimentos que estudaram o uso de alimentos suplementares em ruminantes, verifica-se que, na quase totalidade, a ingestão de alimentos foi mensurada para grupos de animais e não individualmente. Tal fato, tem comprometido consideravelmente a acurácia destes experimentos, limitando o uso dos resultados nos contextos prático e teórico.

Estimações individuais da ingestão de alimentos permitiria explicar as interações entre as características do animal, a forragem suplementar e a dieta basal. Normalmente, há amplas possibilidades dos animais selecionarem o alimento disponível, consumindo diferentes proporções do suplemento e da dieta basal, levando a diferenças importantes, entre os animais, na composição da dieta total consumida. Além do mais, estas diferenças resultam, freqüentemente, em variações de grande magnitude na digestibilidade da dieta consumida, indicando que em experimentos desta natureza não seria indicado o uso de técnicas que estimem o consumo baseadas em um único valor de digestibilidade do alimento para todos os animais, como é o caso do uso do óxido de cromo como indicador.

Outro aspecto importante refere-se à escassez de medições individuais referentes à composição da dieta, em ingredientes, pelos animais

ruminantes quando alimentados em grupo, confinados ou a pasto, fato que tem limitado alguns estudos no campo da nutrição e alimentação animal.

Dentre vários métodos, os *n*-alcanos têm merecido destaque recentemente, por se tratar de técnica relativamente simples quanto aos processos analíticos, além de permitir num mesmo momento, a estimação do consumo e composição da dieta. A seguir serão abordados tópicos referentes à técnica que permitirão, ao leitor, conhecer os princípios do método, as respectivas aplicações, além de finalizar com um resumo dos procedimentos analíticos praticados pelas principais equipes de pesquisadores que vêm utilizando a técnica.

## 2. O emprego da Técnica com Dietas Suplementadas

Nos experimentos de avaliação de suplementos, deve-se fornecer o alimento em cochos individuais, quando deseja-se obter valores individuais de consumo e composição da dieta consumida. Tal prática, muitas vezes, é de difícil execução e podem ocorrer alterações no comportamento ingestivo dos animais, uma vez que em condições reais estes serão alimentados coletivamente, limitando, portanto, a aplicabilidade dos resultados.

Como as diferentes espécies ou estruturas de plantas podem ter valores nutritivos diversos, a identificação da quantidade consumida, do que é consumido e da qualidade é de grande importância. Assim, vários métodos indiretos foram propostos, destacando-se os indicadores fecais (OLIVEIRA et al., 1997).

Um indicador amplamente utilizado é o óxido de cromo (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), suspenso em óleo, em cápsulas de gelatina, impregnado em papel ou em capsulas de liberação lenta. Porém, alguns problemas como as oscilações de concentração do marcador nas fezes durante o dia, necessidade de determinação da digestibilidade “in vitro”, uso de um único valor de digestibilidade para todos os animais, impossibilidade de estimar a composição da dieta consumida, dificuldades analíticas e restrição do uso do óxido de cromo para a saúde dos animais e humana tem comprometido o uso desta técnica (DOVE e MAYES, 1996).

A coleta total das fezes é um exemplo de técnica direta sem a utilização de indicadores. No entanto, tal prática é muito laboriosa e causa alterações drásticas no comportamento ingestivo dos animais (DOVE e MAYES, 1991).

<sup>1</sup> Professores do Departamento de Zootecnia - CCA - Universidade Estadual de Maringá - PR. ([www.dzo-uem.br](http://www.dzo-uem.br)) - (e-mail: [jcdamasceno@uem.br](mailto:jcdamasceno@uem.br), [gsantos@uem.br](mailto:gsantos@uem.br) e [ucecato@uem.br](mailto:ucecato@uem.br)) \* Bolsistas do CNPq

<sup>2</sup> Aluno do Pós-Graduação em Zootecnia da UEM

<sup>3</sup> Aluno do 5º ano de Zootecnia.

Com a finalidade de suprir as deficiências dos métodos convencionais para estimar o consumo, digestibilidade e composição da dieta, pesquisadores destacaram a possibilidade da utilização de alguns componentes naturais, parcialmente inertes no sistema digestivo como indicadores, os quais compõem a cera cuticular das plantas, sendo seu processo analítico relativamente simples e preciso (MAYES et al., 1986). Estes componentes são os *n*-alcanos, hidrocarbonetos alifáticos saturados de cadeia longa e com mínima digestão, que podem ser definidos como a “impressão digital” das plantas (DOVE e MAYES, 1991), pois cada planta possui perfil único de *n*-alcanos esteja ela *in natura* (pastejo ou corte), conservada (silagens e fenos) ou ainda na forma de misturas de grãos (concentrados). Através de sistemas de equações (NEWMAN et al., 1995; DOVE e MOORE, 1995) ou métodos iterativos de cálculos (HAMELEERS e MAYES, 1998; DUNCAN et al., 1999), a partir das concentrações dos *n*-alcanos em cada ingrediente da dieta e nas fezes dos animais pode-se estimar a composição da dieta consumida.

Os *n*-alcanos estão nas ceras cuticulares das plantas como longas cadeias carbônicas, portanto, serão também encontrados em suplementos de origem vegetal (MAYES et al., 1986) e forragens conservadas (OLIVEIRA et al., 1997). Os de cadeias ímpares (C<sub>25</sub> a C<sub>35</sub>, principalmente) são encontrados em maior concentração nas plantas e são utilizados como indicadores internos. Os de número par de carbonos são encontrados em concentrações mais baixas e são usados como indicadores externos, fornecidos aos animais em quantidades conhecidas. Não são os únicos componentes na cera cuticular das plantas podendo ou não ser o componente de maior quantidade nesta estrutura, o que varia entre as plantas. A razão pelo qual os estudos de ingestão de alimentos focalizaram os *n*-alcanos é simplesmente pela ampla distribuição desses elementos na cera cuticular das plantas e pela relativa facilidade com que estes podem ser analisados em laboratórios.

MAYES et al. (1986) destacaram que a técnica dos *n*-alcanos pode ser utilizada com sucesso na estimação da ingestão desde que se associe pares de *n*-alcanos de comprimento de cadeia semelhante, um natural (dieta) e outro dosado.

Assim, a metodologia dos *n*-alcanos pode trazer alguma vantagem comparada às metodologias convencionais de estimação de consumo, digestibilidade e discriminação da dieta.

Pesquisas têm indicado que a técnica de *n*-alcanos pode ser utilizada com sucesso em estudos de suplementos, seja com forragens conservadas (HAMELEER e MAYES, 1998) ou com concentrados (DILLON e STAKELUM, 1990).

### 3. Descrição da Técnica

MAYES et al. (1986) desenvolveram a técnica de duplo alcanos para estimar o consumo, em que os animais são dosados com quantidades conhecidas de um alcanos externo, de cadeia com número par de carbonos, normalmente o C<sub>32</sub>, e o consumo é estimado a partir das quantidades diárias de alcanos dosado aos animais e as concentrações fecais do alcanos dosado e de um alcanos natural, interno, normalmente de cadeia com número ímpar de carbono. Com estas informações a estimação do consumo se dá a partir da seguinte equação:

$$\text{Consumo animal (Kg de MS/dia)} = (\text{IF} \times \text{ED}) / [(\text{IP} \times \text{EF}) - (\text{IF} \times \text{EP})]$$

Onde:

- IF = alcanos interno presente nas fezes (mg/Kg de MS)
- ED = alcanos externo dosado (mg/dose)
- IP = alcanos interno presente na pastagem (mg/Kg de MS)
- EF = alcanos externo presente nas fezes (mg/Kg de MS)
- EP = alcanos externo presente na pastagem (mg/Kg de MS)

Note que não há inclusão de dados sobre digestibilidade, como ocorre com outros indicadores, sendo esta uma das grandes vantagens da técnica. Segundo DOVE e MAYES (1996), erros cometidos nas estimativas de digestibilidade “*in vitro*” constitui-se na principal fonte de erro nas estimações de consumo quando se utiliza o óxido de cromo como indicador.

Em função das taxas de recuperação fecal e dinâmica de trânsito no trato gastrointestinal, recomenda-se que a dupla de alcanos utilizada seja de tamanho de cadeia semelhante. Por esta razão, os melhores resultados têm sido obtidos com os alcanos C<sub>32</sub> (externo) e o C<sub>33</sub> (interno) ou C<sub>32</sub> e C<sub>31</sub> (interno) (MAYES et al., 1986; DOVE, 1991).

O *n*-alcanos externo pode ser fornecido aos animais em diferentes frequências e em diferentes matrizes ou veículos. MAYES e DUNCAN

(1999) relataram as seguintes formas de fornecimento de *n*-alcano externo aos animais: impregnado em papel filtro e peletizado; impregnado em celulose em pó acondicionados em cápsulas de gelatina; impregnado em papel picado e peletizado.

Comercialmente pode-se encontrar cápsulas de liberação ruminal controlada, contendo *n*-alcanos externo (*n*-alcanos CRC - controlled-release capsules), a qual seria fornecida apenas uma única vez ao animal; durante dado período liberaria doses diárias constantes do *n*-alcanos externo. Tais cápsulas foram desenvolvidas por empresas farmacêuticas para administração de anti-helmínticos a ruminantes em taxa de liberação constante e previsível por longos períodos e em condições variáveis de alimentação. DOVE et al. (1991) estudaram a eficiência das cápsulas de liberação controlada em ovinos, mostrando que as taxas de liberação foram constantes, tendo o coeficiente de variação da taxa de liberação de 4,07% entre os animais e a ingestão estimada foi igual à ingestão de forragem conhecida. No entanto, o alto valor destas cápsulas pode limitar a sua utilização em alguns experimentos.

MARAIS et al. (1996) propuseram administrar o *n*-alcanos externo aderido a frações de gramineas moídas associadas a um agente viscoso (goma) o qual denominaram como suspensão; esta suspensão pode ser rapidamente fornecida com uma seringa ou pistola de dosagem. Esta técnica tem como vantagens a rapidez e a facilidade de preparo e o menor custo comparado com as cápsulas de liberação lenta, entretanto, a qualidade das estimações necessita ser melhor estudada.

MAYES e DUNCAN (1999) argumentam que a administração de *n*-alcano externo impregnado em peletes de papel rasgado seria mais indicado, uma vez que oferece menos riscos de resultados irreais de consumo, mesmo fornecido uma vez ao dia

A administração do indicador externo deve iniciar 5 a 7 dias antes da coleta de resultados, para que haja equilíbrio das concentrações fecais do indicador (DOVE, 1991).

De acordo com VULICH et al. (1995), amostragens de fezes podem ser feitas diretamente da ampola retal dos animais, uma vez ao dia, sempre no mesmo horário e as mesmas quantidades de fezes. A colheita de fezes deve ser realizada durante 5 a 7 dias gerando-se uma amostra composta ao fim do período, na qual serão determinadas as concentrações dos alcanos utilizados.

### 3.1 Taxa de recuperação dos *n*-alcanos e suas implicações

MAYES et al. (1986) observaram que a recuperação fecal dos *n*-alcanos aumenta à medida que a cadeia de carbonos alonga-se (Tabela 1). Portanto, na utilização das concentrações de *n*-alcanos para estimar a composição da dieta, deve-se considerar correções nas análises, pois a recuperação dos *n*-alcanos nas fezes é incompleta (NEWMAN et al., 1995). NEWMAN et al., (1998) afirmam que erros nas estimações da taxa de recuperação dos *n*-alcanos terão efeitos muito significativos nos resultados.

DOVE e MAYES (1996) argumentam que quando as concentrações de *n*-alcanos são usadas para estimar a composição da dieta, correções para a recuperação fecal incompleta dos *n*-alcanos são necessárias. Segundo estes autores, erros devido à variação entre animais para recuperação fecal seriam relativamente pequenos, sendo mais importantes as variações entre *n*-alcanos de cadeia de tamanhos diferentes.

A recuperação fecal dos *n*-alcanos tem sido determinada ou estimada de duas maneiras: com animais em gaiolas metabólicas em que a recuperação é determinada pela diferença entre a quantidade diária ingerida de um dado *n*-alcano e a quantidade diária excretada nas fezes do mesmo *n*-alcano; fornecimento de quantidade conhecida de mistura de *n*-alcanos de cadeias com número par de carbonos, e a recuperação fecal dos *n*-alcanos internos seria obtida por interpolação (DOVE e MAYES, 1996).

Tabela 1: Recuperação fecal (%) dos *n*-alcanos C<sub>27</sub> a C<sub>35</sub> num período de coleta de oito dias em ovinos.

<i>N</i> -alcano	C <sub>27</sub>	C <sub>28</sub>	C <sub>29</sub>	C <sub>30</sub>	C <sub>31</sub>	C <sub>32</sub>	C <sub>33</sub>	C <sub>35</sub>
Recuperação (%)	71,3	76,8	74,5	82,0	85,4	88,9	89,1	93,1

MAYES et al. (1986)

Na estimação da ingestão diária de alimento a incompleta recuperação dos *n*-alcanos naturais, cadeias ímpares de carbono, levaria a algum desvio se o *n*-alcano utilizado fosse de cadeia de comprimento distinto daquela do *n*-alcano externo dosado. Por esta razão recomenda-se o uso de pares de *n*-alcanos (natural e externo) com taxas de recuperação semelhantes (LAREDO et al., 1991). Deste modo, a metodologia mais indicada para minimizar os efeitos da inércia parcial dos *n*-alcanos é o uso do par adjacente

de *n*-alcanos., sendo o par C<sub>32</sub> e C<sub>33</sub> o mais utilizado. No caso de espécies de plantas onde a concentração do C<sub>33</sub> está abaixo de 50 mg/Kg MS, *n*-alcanos de cadeias menores como o C<sub>29</sub> e C<sub>31</sub> podem ser usados, como sugerem LAREDO et al. (1991).

MAYES et al. (1988) estudaram a recuperação de *n*-alcanos naturais (ímpares) e dosados (pares) no trato digestivo de ovelhas canuladas; os resultados obtidos são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2: Recuperação (%) dos *n*-alcanos no duodeno, no término do íleo e nas fezes de ovinos.

<i>N</i> -alcano	C <sub>27</sub>	C <sub>28</sub>	C <sub>29</sub>	C <sub>31</sub>	C <sub>32</sub>	C <sub>33</sub>	C <sub>35</sub>	C <sub>36</sub>
<b>Duodeno</b>	103,7	87,7	99,7	96,5	82,1	98,8	101,3	84,1
<b>Íleo</b>	62,6	75,9	74,5	81,5	81,9	87,5	97,7	87,6
<b>Fezes</b>	59,4	78,6	69,7	77,9	85,9	83,9	95,3	92,2

MAYES et al. (1988)

Houve pouca perda de *n*-alcanos naturais no rúmen, com perdas mais variáveis dos *n*-alcanos dosados, o que sugere que a microflora ruminal não metaboliza *n*-alcanos. Como o maior desaparecimento dos *n*-alcanos ocorre entre o duodeno e o íleo é provável que a recuperação incompleta seja devido à absorção no intestino delgado.

Udén et al. (1982) citado por DOVE E MAYES (1991), observaram que os *n*-alcanos naturais estavam aparentemente associados à fase particulada (sólida) da digesta, enquanto 30 a 40% dos *n*-alcanos dosados permaneceram associados à fase líquida, a qual passa mais rapidamente pelo trato gastrointestinal do que a fase sólida. Isto pode explicar a maior recuperação fecal e a maior variabilidade na recuperação fecal dos *n*-alcanos dosados (MAYES et al., 1988).

A recuperação dos *n*-alcanos, possivelmente, pode ser afetada pela síntese microbiana de *n*-alcanos no interior do trato digestivo ou pelas secreções intestinais; no entanto, a microflora ruminal mostra-se incapaz de sintetizar *n*-alcanos. Apesar das diferenças no comportamento dos *n*-alcanos dosados e naturais no trato gastrointestinal, as estimativas de ingestão permanecerão válidas, desde que a recuperação fecal do par de *n*-alcanos avaliados seja semelhante (DOVE e MAYES, 1991).

### 3.2 Estimação da composição da dieta.

Nos estudos de nutrição de ruminantes sob condições de pastejo, a determinação da digestibilidade e do consumo dos alimentos são tarefas difíceis, mas de fundamental relevância, visto que, nessas condições, os animais podem alterar a composição da dieta, selecionando diferentes partes da planta ou diferentes espécies (OLIVEIRA, 1997). Do mesmo modo, ruminantes recebendo suplementação a pasto podem variar significativamente a ingestão de nutrientes, pela maior ingestão de suplemento, substituição de pastagem pela suplementação e por comportamento hierárquico no rebanho.

A observação direta tem sido muito utilizada para mensurar a composição botânica de diferentes plantas ingeridas por ruminantes. Certamente, tal método aplica-se em situações onde diferentes plantas são espacialmente separadas, além de ser um método laborioso.

O exame do conteúdo estomacal de animais após o abate tem sido utilizado freqüentemente, de modo especial em herbívoros selvagens. Porém algumas dificuldades como uma única observação por animal, torna o método caro e impossível de detectar variações temporais, pois a dieta consumida será aquela de um curto período pré abate.

Alguns pesquisadores (STOBBS, 1973 e LANGLANDS, 1987), utilizaram fistulas esofagianas com o objetivo de colher extrusa para estimar a composição da dieta. No entanto, tal metodologia provoca alterações no comportamento ingestivo animal, de maneira que a amostra colhida não seria representativa da dieta consumida.

Vários estudos demonstraram a existência de amplas diferenças entre espécies com relação ao perfil dos *n*-alcanos presentes na cutícula das plantas (Tabela 3). O princípio do método consiste em comparar o perfil de *n*-alcanos em uma mistura (p.ex. fezes) com aquele dos componentes que contribuem com aquela mistura (componentes dietéticos), garantindo-se amostragens representativas dos alimentos consumidos pelo animal (dieta basal e suplementos) e das fezes.

O máximo de componentes de uma dieta que podem ser discriminados é teoricamente limitado pelo número de indicadores disponíveis (NEWMAN et al., 1995). Este método tem grande poder em discriminar componentes da dieta, uma vez que freqüentemente há 8 a 15 *n*-alcanos disponíveis. Consideram-se componentes da dieta: espécies de

plantas ou cultivares, diferentes partes da planta (folhas, bainha, base da haste, haste e inflorescência), suplementos de origem vegetal e forragens conservadas (NEWMAN et al., 1995; DOVE et al. 1996, DUNCAN et al., 1999, DOVE e MAYES, 1999).

Dois procedimentos de cálculos têm sido utilizados para a estimação da composição de dietas: uso de equações simultâneas (DOVE, 1992) e métodos de otimização dos quadrados mínimos (MAYES et al., 1994; NEWMAN et al., 1995; DOVE e MOORE, 1995).

Para o uso de sistemas de equações simultâneas deve-se utilizar número de *n*-alcanos semelhantes aos componentes da dieta testados. Este método tem sido criticado, pois implica em escolha arbitrária dos *n*-alcanos utilizados, o que pode levar a estimativas não reais. Já, nos métodos de otimização de quadrados mínimos pode-se utilizar todos os *n*-alcanos disponíveis.

Um exemplo de procedimento de cálculo é aquele utilizado por MAYES et al. (1994) e DUNCAN et al. (1999), em que expressaram as concentrações de *n*-alcanos individuais como proporção do total de *n*-alcanos, para cada componente da dieta e fezes. Em seguida, minimizaram a soma de quadrados dos desvios entre a proporção real dos alcanos (componentes da dieta) e as proporções calculadas nas fezes. Estes procedimentos referem-se à seguinte equação:

$$z = \sum [(x \cdot H_{i,p} + (1-x) \cdot H_{i,q} / x \cdot H_{tot,p} + (1-x) \cdot H_{tot,q}) - (F_i / F_{tot})]^2$$

onde:

- *z*: é a soma de quadrados dos desvios
- *x*: proporção do componente *p* na dieta;
- *H<sub>i,p</sub>*: concentração do *n*-alcano *i* no componente *p* na dieta
- *H<sub>i,q</sub>*: concentração do *n*-alcano *i* no componente *q* na dieta
- *F<sub>i</sub>*: concentração do *n*-alcano *i* nas fezes
- *H<sub>tot,p</sub>*: soma das concentrações dos *n*-alcanos no componente *p* na dieta
- *H<sub>tot,q</sub>*: soma das concentrações dos *n*-alcanos no componente *q* na dieta
- *F<sub>tot</sub>*: soma das concentrações dos *n*-alcanos nas fezes.

Tabela 3. Concentração de *n*-alcanos de algumas gramíneas e leguminosas forrageiras.

ESPÉCIES	mg de <i>n</i> -alcanos/Kg de MS								
	C <sub>25</sub>	C <sub>27</sub>	C <sub>28</sub>	C <sub>29</sub>	C <sub>30</sub>	C <sub>31</sub>	C <sub>32</sub>	C <sub>33</sub>	C <sub>35</sub>
<b>MONOCOTILEDÔNEAS</b>									
<i>Lolium perenne</i>		19	5	73	9	137	9	116	18
		36	6	142	12	220	7	99	9
		26	7	163	14	261	8	110	7
<i>Lolium multiflorum</i>		<b>105</b>	<b>8</b>	<b>260</b>	<b>11</b>	<b>250</b>	<b>4</b>	<b>43</b>	<b>0</b>
	<b>10</b>	<b>40</b>		<b>230</b>	<b>12</b>	<b>242</b>		<b>57</b>	<b>7</b>
<i>Phalaris aquatica</i>	31	41		50		35		4	0
<i>Dactylis glomerata</i>		<b>20</b>	<b>2</b>	<b>38</b>	<b>2</b>	<b>58</b>	<b>2</b>	<b>21</b>	<b>0</b>
<i>B. decumbens</i>		8	2	23	7	126	14	223	77
<i>Digitaria decumbens</i>		<b>60</b>	<b>10</b>	<b>103</b>	<b>13</b>	<b>323</b>	<b>12</b>	<b>278</b>	<b>40</b>
<b>DICOTILEDÔNEAS</b>									
<i>Trifolium repens</i>		38	7	109	5	67	1	7	0
<i>Trifolium pratense</i>		<b>30</b>	<b>11</b>	<b>408</b>	<b>5</b>	<b>57</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>0</b>
<i>T. subterraneum</i>	4	16		250		74		10	0
<i>Medicago sativa</i>	<b>13</b>	<b>55</b>		<b>207</b>		<b>103</b>		<b>8</b>	<b>0</b>
		<b>36</b>	<b>9</b>	<b>202</b>	<b>12</b>	<b>324</b>	<b>7</b>	<b>21</b>	<b>0</b>
<i>L. leucocephala</i>	10	5	37	4	29	3	18	2	
<i>Stylosanthes scabra</i>		<b>T</b>	<b>T</b>	<b>58</b>	<b>11</b>	<b>241</b>	<b>21</b>	<b>198</b>	<b>1</b>

Adaptado de DOVE e MAYES (1996)

Discriminar componentes da dieta, com acurácia, através da técnica dos *n*-alcanos exige que estes estejam numa concentração mínima e que os perfis dos *n*-alcanos utilizados sejam distintos. Casson et al. (1990) citado por CHEN (1998), recomendam que para uma estimação adequada da ingestão faz-se necessário uma concentração superior a 50 mg/Kg de MS do alcano natural (impar) utilizado.

Quando ocorre da concentração do alcano natural ser baixa, em determinado componente da dieta, como concentrados, algumas alternativas podem ser utilizadas para contornar o problema. A pulverização de *n*-alcanos sobre o alimento pode ser empregada em alguns casos, assim como o fornecimento de *n*-alcanos impregnado a pequenas quantidades de alimento. Estas alternativas podem resolver o problema de perfis pouco distintos entre componentes da dieta (HAMELEERS e NAYES, 1998; DUNCAN et al., 1999).

Segundo DOVE e MAYES (1999), nem todos os *n*-alcanos devem ser utilizados nos cálculos, pois aqueles com baixo poder discriminatório e/ou em baixas concentrações não contribuiriam na identificação dos

componentes da dieta e representariam importante fonte de erros. Os autores destacam que este seria um assunto a ser estudado com profundidade em pesquisas futuras.

#### 4. Procedimentos Analíticos

As etapas de análises de *n*-alcanos são as seguintes:

- a) **pesagem de amostra e adição de padrão interno.** Utiliza-se o *n*-alcano C<sub>34</sub> (tetratriacontano) que normalmente se encontra em quantidades muito pequenas nas plantas.

TABELA 4. Resumo dos procedimentos de análise laboratorial de *n*-alcano, em algumas referências importantes

	Amostra (g)	Padrão Interno (mg)	Saponificação KOH a 90°C (mL/Molar/Tempo)	Extração solvente + H <sub>2</sub> O (mL)	Redissolução	Purificação solvente (Gel sílico)	Amostra p/ Injeção no Cromatógrafo a Gás
MAYES et al. (1986)	3 g forragem	0,6 C <sub>34</sub>	5mL/ 1M	5 mL hex + 2 mL H <sub>2</sub> O	1,5 mL hexano	10 mL hex	1 µL
LAREDO et al. (1991)	1 g forragem	0,5 C <sub>34</sub>	10mL/ 1,5M/ 12h	8 mL hep + 5 mL H <sub>2</sub> O 45°C/5 min	2 mL heptano	5 mL heptano em 2 vezes	1 µL
DOVE et al. (1992)	2 g forragem	0,5 C <sub>34</sub>	10mL/ 1,5M/ 3h	8 mL hep + 5 mL H <sub>2</sub> O		10 mL hexano	2 µL
VULICH et al. (1995)	1,5 g for. e 0,5 g fezes	0,25 C <sub>34</sub>	14 e 7mL/ 1M/ 4,5h	2 x (14 e 7 mL hep) + 4 e 2 mL H <sub>2</sub> O		3 x 3,5 mL hep	0,5 µL
OLIVEIRA et al. (1997)	1,5 g forragem	0,5 C <sub>34</sub>	14mL/ 1M/ 4h	2 x (14 mL hex)	1,5 mL hexano	10 mL hex	1,5 µL
CHEN et al. (1998)	2 g for. e 1 g fezes	0,5 C <sub>34</sub>	12mL/ 1,5M/ 3,5h	8 mL hep/ 60°C/15min		10 mL hep	1 µL
DUNCAN et al. (1999)	1 g for. e 0,5g fezes	0,8 C <sub>34</sub> e C <sub>22</sub>	10 e 7mL/ 1M/ 16h	2 x 10 mL heptano	1,5 mL heptano	13,5 mL hep	

#### 5. Considerações Finais

A técnica de *n*-alcanos para a estimação do consumo e composição de dietas em ruminantes se aplica muito bem em condições de suplementação, principalmente quando da utilização de forragens conservadas, em que normalmente os animais são alimentados em grupo.

Destacam-se como pontos positivos da técnica: a facilidade de análise laboratorial; determinação de todos os *n*-alcanos de uma dada amostra em uma única corrida; estimação do consumo sem necessidade de determinar a digestibilidade do alimento por outra técnica; possibilidade de quantificar os componentes da dieta consumida, explorando-se as diferenças naturais

entre plantas quanto ao perfil de *n*-alcanos.

Procedimentos analíticos devem ser padronizados e os procedimentos de cálculos melhores definidos, principalmente no que diz respeito à escolha dos alcanos utilizados.

#### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHEN, W.; LEFROY, R.D.B.; SCOTT, J.M.; BLAIR, G.J. 1998. Field variations in alkane signatures among plant species in 'degraded' and perennial pastures on the Northern Tablelands of New South Wales. *Aust. J. agric Res.*, 49, 263-8.
- DILLON, P., STAKELUM, G. 1990. Dosed e herbage alkanes for predicting silage intake with dairy cows: The effect of concentrate type and level of feeding. *Proc. VII Eur. Grazing Workshop (Wageningen, The Netherlands)*.
- DOVE, H.; FREER, M.; FOOT, J.Z. 1988. Alkane capsules for measuring pasture intake. *Proc. Nutr. Soc. Aust.* 13,131.
- DOVE, H.; FOOT, J.Z.; FREER, M.; 1988. Estimation of pasture intake in grazing ewes, using the alkanes of plant cuticular waxes. *Proc. XVI Int. Grassls Cong.* p. 1091-2.
- DOVE, H. 1991. Using the *n*-alkanes of plant cuticular wax to identify plant species in the diet of herbivores. *Proc. 3<sup>rd</sup> Int. Symp. Nutr. Herbivores*.
- DOVE, H.; MAYES, R.W. 1991. The use of plant wax alkanes as marker substances in studies of the nutrition of herbivores: a review. *Aust. J. Agric Res.*, 42: 913-952.
- DOVE, H.; MAYES, R.W.; LAMB, C.S.; ELLIS, K.J. 1991. Evaluation of an intraruminal controlled-release device for estimating herbage intake using synthetic and plant cuticular wax alkanes. *Proc. 3<sup>rd</sup> Int. Symp. Nutr. Herbivores*.
- DOVE, H. 1992. Using the *n*-alkanes of plant cuticular wax to estimate the species composition of herbage mixtures. *Aust. J. Agric Res.*, 43: 1711-1724.
- DOVE, H.; MAYES, R.W. 1995. Plant wax components: Anew approach to estimating intake and diet composition in herbivores. *American Institute of Nutrition*. 13-26.
- DOVE, H.; MOORE, A.D. 1995. Using a least-squares optimization procedures to estimate botanical composition based on the alkane of cuticular wax. *Aust. J. Agric. Res.*, 46, 1535-44.
- DOVE, H.; MAYES, R.W.; FREER, M. 1996. Effects of species, plant part, and plant age on the *n*-alkanes concentration in the cuticular wax of pasture plants. *Aust. J. Agric Res.*, 47: 1333-1347.
- DOVE, H.; MAYES, R.W. 1996. Plant wax components: A new approach to estimating intake and diet composition in herbivores. *J. Nutr.*, 126: 13-26.
- DOVE, H.; MAYES, R.W. 1999. Markers for estimation in herbivores. *Proceedings*

- of satellite symposium: emerging techniques for studying the nutrition of free ranging herbivores. In: *V International Symposium on the nutrition of herbivores*. Texas. 1999. (In press).
- DUNCAN, A.J.; MAYES, R.W.; LAMB, C.S.; YOUNG, S.A.; CASTILLO, I. 1999. The use of naturally occurring and artificially applied n-alkanes as markers for estimation of short-term diet composition and intake in sheep. *J. Agric. Sci.*, 132: 233-246.
- HAMELEERS, A.; MAYES, R.W. 1998. *Grass and Forage Sci.* 53: 164-9.
- LAREDO, M.A.; SIMPSON, D.J.; ORPIN, C.G. 1991. The potential for using n-alkanes in tropical forages as a marker for the determination of dry matter by grazing ruminants. *J. Agric. Sci.*, 117: 355-361.
- LANGLANDS, J.P. 1987. Assessing the nutrient status of herbivores. In: *The nutrition of herbivores*. p. 320-32.
- MARAIS, J. P., FIGENSCHOU, D.L., ESCOTT-WATSON, P.L. et al., 1996. Administration in suspension-form of alkane external markers for dry matter intake and diet selection studies. *J. Agric. Sci.*, 126:207-210.
- MAYES, R.W; LAMB, C.S. 1984. The possible use of n-alkanes in herbage as indigestible faecal markers. *Proc. Nutr. Soc.* 49:39A.
- MAYES, R.W; LAMB, C.S; GOLGROVE, P.M. 1986. The use of herbage n-alkanes as markers for the determination of herbage intake. *J. Agric. Sci.*, 107: 161-170.
- MAYES, R.W; BERESFORD, N.A.; LAMB, C.S; BARNETT, C.L.; HOWARD, B.J.; JONES, B-E.V.; ERIKSSON, O.; HOVE, K.; PEDERSEN, O. STAINES, B.W. 1994. Novel approaches to the estimation of intake and bioavailability of radiocaesium in ruminants grazing forested areas. *Science of the Total Environment*. 157, 289-300.
- MAYES, R.W; LAMB, C.S; GOLGROVE, P.M. 1988. Digestion and metabolism of dosed even-chain and herbage odd-chain n-alkanes in sheep. *Proc. 12<sup>th</sup> Gen. Meeting Eur. Grasslds Fed.* p.159-63.
- MAYES, R.W. The potential of plant-wax compounds as markers for digestion and utilization in free-ranging herbivores. In: Satellite meeting of the Vth INTERNATIONAL SYMPOSIUM NUTRITION OF HERBIVORES, San Antonio, Texas 1999. *Anais Texas*. 1999.
- MAYES, R.W.; DUNCAN, A.J. New developments in the use os plant-wax markers to determine intake. In: Satellite meeting of the Vth INTERNATIONAL SYMPOSIUM NUTRITION OF HERBIVORES, San Antonio, Texas 1999. *Anais Texas*. 1999.
- NEWMAN, J. A.; THOMPSON, W. A.; PENNING, P. D. 1995. Least-squares estimation of diet composition from n-alkanes in herbage and faces using matrix mathematics. *Aust. J. Agric Res.*, 46: 793-805.
- NEWMAN, J. A.; CRIBARI-NETO, F.; JENSEN, M. J. 1998. The sensitivity of n-alkanes análisis to measurement error: implications for use in study od diet composition. *J. Agric.Sci.*, 131: 465-476.
- OLIVEIRA, D. E.; PRATES, E. R.; PERALBA, M.C.R. 1997. Identificação de n-alcenos presentes nas ceras de plantas forrageiras. *Rev. Bras. Zoot.*, 26: 881-886.
- STOBBS, T.H., 1973. The effects of plant structure on the intake of tropical pastures. I. Variation in the bite size of grazing cattle. *Aust. J. Agric. Res.*, v.24, p.809-819.
- VULICH, S. A.; HANRAHAN, J. P., 1995. Faecal sampling for the estimation of herbage intake using n-alkanes: evaluation of sample pooling and the use of rectal gramp samples. *J. Agric. Sci.*, 124:79-86.
- VULICH, S. A.; HANRAHAN, J. P.; CROWLEY, B.A., 1995. Modification of the analytical procedures for the determination of herbage and faecal n-alkanes used in the estimation of herbage intake. *J. Agric. Sci.*, 124:71-77.

# UTILIZAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR, DA PUPUNHA E DO ABACAXI, CONSERVADOS OU NÃO, PARA RUMINANTES

Ulysses Cecato<sup>1</sup>  
Fabiola Cristine Almeida Rego<sup>2</sup>  
Clovenilson Cláudio Perissato Cano<sup>2</sup>  
Marcos Weber do Canto<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

As condições climáticas subtropicais e tropicais do Brasil proporcionam crescimento sazonal das pastagens, apresentando elevada produção de forragem no período de verão, e baixa produção no período de inverno. Essa escassez na época seca leva a necessidade de fornecer alimentação suplementar adequada neste período, com o objetivo de suprir às exigências dos animais e também de maximizar a produção de carne e leite.

Considerando que um dos componentes críticos na pecuária de corte e leite é a alimentação animal, principalmente na época seca, o uso de forragens na forma conservada é uma alternativa viável para o sistema e seu uso apresenta diversas vantagens: aproveitamento de subprodutos de volumosos e conservação de forragem pode ser feita no período de maior crescimento das forrageiras e ser utilizada na época de escassez, além disso proporcionará uma redução na lotação dos pastos, quando o crescimento da pastagem é mínimo.

Além do aspecto quantitativo, é importante lembrar que há grandes modificações na qualidade das forragens decorrentes das características do clima (temperatura, água, luminosidade) e também relacionados à própria fisiologia da planta. Tais alterações reduzirão a qualidade e a quantidade do pasto ao longo do tempo, daí a importância do fornecimento de um alimento volumoso, sendo este de maior qualidade quando comparado às pastagens naturais da época seca, e ainda tem a vantagem que este alimento pode

<sup>1</sup> Professores do Departamento de Zootecnia da UEM ([ucecato@uem.br](mailto:ucecato@uem.br))

<sup>2</sup> Alunos de Pós-Graduação PPZ-UEM

permanecer armazenado e ser utilizado conforme as necessidades do produtor.

Além da grande utilização de alimentos conservados na bovinocultura leiteira, o uso de alimentos alternativos e conservados está crescendo muito, principalmente na suplementação de pastagens, como uma forma de melhorar o desempenho de bovinos de corte, reduzindo a idade de abate, melhorando a taxa de concepção, reduzindo intervalo de partos e a idade ao primeiro parto. Além de melhorar o desempenho animal, o uso de alimentos conservados leva a redução na lotação dos pastos, amenizando o efeito da estacionalidade de produção forrageira.

A intensificação dos sistemas de exploração requer uma maior utilização de recursos alimentícios, não apenas para cobrir os períodos críticos do ciclo anual de produção de forragens, mas também para obter uma melhor expressão do potencial do animal. Entretanto, para isso é necessário incluir, na dieta dos bovinos, fontes alimentares alternativas, diferentes das tradicionais e, principalmente utilizar alimentos não competitivos com o homem, visto que os bovinos são bem adaptáveis a diferentes tipos de alimentos. O uso da cana-de-açúcar e de volumosos, subprodutos de origem industrial, são alimentos alternativos de custo barato que quando utilizados na forma conservada poderão propiciar bons rendimentos aos animais e, econômicos.

## UTILIZAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) destaca-se pelo enorme potencial de uso na forma de forragem principalmente pelo seu elevado rendimento, produzindo mais de 120 t/ha, além de ser intensamente difundida em todo o território brasileiro.

Como forrageira tropical merece atenção pela elevada quantidade de energia que produz por unidade de área. Além disso, ao contrário de outras gramíneas tropicais, que normalmente reduzem o valor nutritivo com o avanço da idade, a cana-de-açúcar conserva o valor nutritivo por longos períodos, o que facilita sua utilização nos períodos de baixa disponibilidade de pasto.

É uma cultura permanente e de fácil implantação, que requer poucos tratos culturais e apresenta elevada produção de matéria seca em uma única colheita. Possui elevado teor de sacarose no colmo o que lhe

garante bom valor nutritivo por um período de tempo suficiente para ser colhida conforme a necessidade, durante a estação seca. A concentração de sacarose está diretamente relacionada com o valor nutricional da cana-de-açúcar, por se tratar de um dos componentes do conteúdo celular, apresentando digestibilidade próxima de 100% (VAN SOEST, 1994). Apesar de ser rica em energia e apresentar alta digestibilidade, a cana-de-açúcar apresenta baixos teores de proteína (2 a 3% na MS), e baixos teores de enxofre, fósforo, zinco e manganês.

A lavoura de cana apresenta como único resíduo cultural a ponta de cana, que equivale a até 30% da cana colhida e que não é processada pelas indústrias. Já os resíduos de beneficiamento gerados de sua industrialização são: a torta de filtro, a vinhaça, a levedura, o melaço e o bagaço de cana, sendo este último, quantitativamente, o mais importante.

#### Bagaço de cana-de-açúcar:

A produção de bagaço de cana-de-açúcar no Brasil, foi estimada em 75 milhões de toneladas a cada ano (BURGI, 1995) e tem sido amplamente utilizado. Além de servir para alimentação de ruminantes, o bagaço vem sendo utilizado como adubo orgânico composto, como combustível para algumas indústrias, na fabricação de papel, entre outras utilidades.

O bagaço *in natura* é um produto fibroso resultante do esmagamento da cana-de-açúcar para obtenção de açúcar, álcool ou aguardente (SANTANA e SOUZA, 1984). O bagaço *in natura* (BIN) apresenta baixo valor nutritivo pois é obtido de plantas maduras e lignificadas, sendo portanto um alimento rico em parede celular, apresentando baixa digestibilidade (25 a 35%), baixo teor de proteína (inferior a 2%), além de apresentar baixo teor de minerais e reduzida capacidade de ingestão pelos bovinos (SANTOS, 1990).

Diante das limitações nutricionais na utilização do BIN na dieta de ruminantes, muitos estudos têm sido feitos para viabilizar e adequar tratamentos que permitam melhorar o valor nutritivo deste volumoso. Existem, porém diversos tratamentos para melhorar a qualidade do bagaço, tais como: a amoniação, o tratamento com soda, o tratamento com vapor sob pressão, a moagem, etc.

Podem ser utilizados produtos químicos no tratamento do bagaço, como o hidróxido de sódio, amônia e uréia. Estes produtos desestruturam a

parede celular, quebrando as ligações entre a os resíduos de ácido urônico da hemicelulose com a lignina. Este tratamento é feito pela aspersão do produto sobre o BIN, efetuando-se completa homogeneização em misturadores. O hidróxido de sódio é usado na base de 3 a 6% do material a ser tratado, seu tempo de reação é de, aproximadamente, 24h e promove um incremento no teor de MS de 20 a 30%.

Para o tratamento com amônia, o BIN deve permanecer hermeticamente coberto durante duas semanas para ser concluído. Sua eficiência é menor que o processo anterior e ocorre elevação dos teores de nitrogênio não protéico e, também, do nitrogênio insolúvel em detergente neutro e em detergente ácido.

O uso da uréia no tratamento de bagaço, feito de forma semelhante a amoniação, deve ser considerada como uma boa alternativa, pois é um produto de alta disponibilidade, menos perigosa à intoxicação humana e menos onerosa. Sua utilização resulta em aumento da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), proteína bruta (PB) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), além reduzir os teores de FDN e hemicelulose (SARMENTO et al., 1999), conforme demonstra a Tabela 1.

TABELA 1. Composição química e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) do bagaço de cana tratado com cinco níveis de uréia (% da MS).

Nível de uréia	PB	NIDA	FDA	FDN	Hemicelulose	DIVMS
0,0	3,65	0,21	60,01	89,76	29,75	32,89
2,5	5,59	0,26	61,90	89,89	28,0	45,49
5,0	7,71	0,34	62,30	88,77	26,46	48,58
7,5	9,96	0,37	62,81	86,24	23,53	48,44
10,0	14,16	0,42	61,77	85,19	23,40	50,65

FONTES: SARMENTO et al., (1999)

Considerando todos os tratamentos descritos acima, a utilização do vapor sob pressão é o que se obtém melhores resultados no aumento do valor nutritivo do material. Outra vantagem são os menores custos deste tratamento e são utilizados em larga escala pelas indústrias. Quando o bagaço recebe este tratamento é chamado de bagaço auto hidrolisado (BAH) e é realizado na própria indústria a baixos custos.

No tratamento com vapor sob pressão são manipulados: a pressão,

a temperatura e o tempo do tratamento. É utilizado um vaso de pressão, o hidrolisador, que é carregado com bagaço e tampado hermeticamente onde o vapor é injetado a diferentes pressões. Em trabalho realizado por OLIVEIRA e KLADT (1997) utilizou-se uma pressão de 21 Kgf/cm<sup>2</sup> durante 5 minutos, em seguida a 13 Kgf/cm<sup>2</sup> por 5 minutos e a 19 Kgf/cm<sup>2</sup> na descompressão súbita, a 210-220°C.

Na auto-hidrólise, a hemicelulose é quase totalmente solubilizada pelo rompimento das ligações tipo éster com a lignina, ocorre também um afrouxamento da estrutura fibrosa da parede celular promovendo o incremento da DIVMS em torno de 30%. O tempo e maneira de estocar o material hidrolizado, também pode alterar o valor nutritivo do mesmo, Nesse sentido, OLIVEIRA e KLADT (1997) afirmam que a estocagem do bagaço hidrolizado, sem compactação e coberto com lona plástica, não deve ultrapassar a 30 dias, pois a partir daí observaram redução de 17,3% na DIVMS. Entretanto, quando o material permaneceu estocado de 15 para 30 dias, a queda na digestibilidade foi menor, de 10,6%.

TABELA 2. Composição química do bagaço de cana-de-açúcar hidrolizado sob diferentes tempos de estocagem

Tratamentos Tempo estocagem	MS(%)	Porcentagem na MS						EB Kcal/kgMS
		PB	FB	EE	MM	MO	ENN	
Zero dia	41,82	1,37	35,32	5,16	2,50	97,22	50,76	4272,50
15 dias	43,71	1,50	34,61	4,71	3,31	96,29	50,58	3975,33
30 dias	46,31	1,44	35,46	3,61	3,22	96,41	51,09	4020,02
45 dias	55,09	2,20	38,23	3,19	3,44	96,44	49,46	4049,85

FONTE: OLIVEIRA e VIEIRA, (1994)

Em trabalho realizado por LANNA et al. (1999) comparando o uso da descompressão súbita (pressão a 17 kg/cm<sup>2</sup>) com o tratamento sem explosão (pressão a 4 kg/cm<sup>2</sup>) em bagaço de cana, verificaram diferenças no desempenho animal (Tabela 3). Segundo os autores, não se observou alteração no tamanho de partículas no bagaço tratado com e sem explosão, provavelmente porque a descompressão rápida a 4 kg/cm<sup>2</sup> foi suficiente para a desestruturação física do bagaço. Além disso, algumas características do bagaço sem explosão poderiam justificar o maior consumo (Tabela 3), como por exemplo o menor teor de taninos.

TABELA 3. Desempenho de novilhas recebendo bagaço de cana-de-açúcar hidrolizado com explosão (descompressão a 17 kg/cm<sup>2</sup>) e sem explosão (descompressão a 4 kg/cm<sup>2</sup>)

Item	Tratamento	
	Com explosão	Sem explosão
Peso inicial, Kg	165a	162a
Peso final, Kg	240b	247a
Ganho de peso, Kg/dia	0,67b	0,76a
Consumo, KgMS/dia	5,8b	6,7a
Consumo (%) PV em MS/dia	2,9b	3,3a
Conversão alimentar	8,7a	8,9a

FONTE: LANNA et al., (1999)

### Silagem de cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar pelo seu alto potencial produtivo de forragem verde, poderia ser uma alternativa interessante à produção de forragem conservada, com custo relativamente baixo em relação a outras culturas e, principalmente, pelo fato da redução de riscos de perdas quando mantida *in natura* no campo, por problemas de interpéries, tais como: chuvas, vendavais, chuva de granizo, geadas, etc. Entretanto, são os trabalhos utilizando a silagem de cana-de-açúcar, na forma conservada – silagem, na alimentação de ruminantes.

A cana apresenta teores de açúcar para a fermentação em quantidades adequadas, o que possibilita substrato suficiente para o crescimento dos microrganismos, além do seu teor de matéria seca, quando madura, estar ao redor de 30%, também adequado ao processo de ensilagem.

Durante o período das chuvas, não só a confecção de silagem é mais problemática, como também, optando-se pela administração da cana fresca, reduz-se a capacidade de mecanização das operações de campo, dificultando o corte diário e conduzindo a irregularidades no fornecimento do alimento.

Para o processo de ensilagem recomenda-se a escolha de variedades que apresentem alto potencial de produção de forragem verde, bom perfilhamento, alto teor de sacarose, resistência a pragas e doenças e que não apresente florescimento (EVANGELISTA e LIMA, 2000).

A cana para a ensilagem pode ser colhida após cinco meses de plantio ou da rebrota, no período de março a setembro. Nessa fase, há um

inconveniente de apresentar alto teor de umidade e, para sanar parte desse problema, é indicado o acréscimo de 4 a 10% de produtos com elevado teor de MS, tais como: farelo de trigo, farelo de arroz, fubá, palhada de milho, polpa de citros e sorgo moído, entre outros.

Para a coleta mecânica da cana, convém utilizar colheitadeiras de grande porte acopladas a trator de potência compatível. Sendo no momento da ensilagem picada em tamanhos médios de dois cm e imediatamente compactada (VALVASORI et al., 1997).

A composição química-bromatológica da silagem de cana-de-açúcar pode ser encontrada na Tabela 4.

TABELA 4. Composição química média da silagem de cana-de-açúcar

Silagem	MS (%)	Frações dos nutrientes (% na MS)				
		PB	FB	EE	MM	ENN
Cana-de-Açúcar	24,16	1,83	37,98	1,51	3,67	55,01

FONTE: VALVASORI et al., 1997.

Em ensaio de digestibilidade com ovinos, a silagem da cana-de-açúcar tratada com e sem NaOH apresentou valores de digestibilidade da MS de 65,7 e 55,3%, respectivamente, sendo que cada ovino recebia diariamente 30 gramas de uréia e 6,2 gramas de NaOH<sub>4</sub> (ALCÂNTARA et al., 1989).

VALVASORI et al. (1997) estudando diferentes fontes de concentrado misturados à silagem de cana-de-açúcar e fornecidos para ovinos, verificaram que a suplementação de milho-uréia, em substituição ao farelo de soja apresenta bons resultados. Os pesos metabólicos destes animais não se alteraram em função dos diferentes tipos de concentrado e o consumo médio de MS foi 32,8 gramas por quilo de peso metabólico. O consumo de MS da silagem de cana-de-açúcar mais milho-uréia foi de 57,53%.

Dentre os poucos trabalhos encontrados na literatura, pode-se concluir que a processo de ensilagem de cana, apresenta sérios problemas com o processo fermentativo (principalmente produção de álcool), colheita, armazenamento e desempenho animal (consumo de matéria seca, digestibilidade de matéria seca e produção de carne e leite).

Momentaneamente, os resultados de desempenho animal com uso da silagem de cana demonstram produções inferiores aos encontrados para a cana-de-açúcar *in natura*. Isso ocorre, principalmente, pela grande produção de ácido acético e álcool, quando o material é ensilado.

Uma forma de tentar de melhor a padrão de fermentação da silagem, seria utilizar aditivos com cama-de-frango, rolão de milho, farelo de arroz, farelo de algodão, farelo de soja, grãos de soja, grãos de milho moído, etc. Todavia estes, têm sido usados com maior viabilidade quando adicionados a cana-de-açúcar *in natura* com o objetivo de melhorar a qualidade nutricional da mesma.

Também, o uso de aditivos microbiológicos à base de bactérias lácticas pode ser uma alternativa para limitar o crescimento de leveduras, e, conseqüentemente, reduzir a produção de álcool, melhorar o consumo da matéria seca, digestibilidade da matéria seca e desempenho animal com o uso dessa silagem. Entretanto, estes aditivos apresentam elevado custo e não garantem o retorno econômico.

As principais limitações nutricionais da cana ensilada são: baixo teor de proteína (aminoácidos sulfurados são os mais limitantes); baixo teor de lipídeos (gordura); alto teor de carboidratos de rápida fermentação no rúmen e ausência de amido (degradação ruminal mais lenta e precursor de glicose); baixo teor de minerais (principalmente o fósforo); fibra de baixa digestibilidade; baixo consumo de matéria seca (fatores anteriores associados).

#### Cana-de-açúcar *in natura*

O uso da cana-de-açúcar *in natura* com forragem é uma alternativa muito importante de forrageamento e muito utilizado atualmente, principalmente, para atendimento às necessidades animais, de produção média a baixa, nos períodos mais críticos do ano.

Os principais aspectos que fazem dessa cultura um importante fonte de volumoso para aqueles períodos, são a sua facilidade de implantação e de seu cultivo, elevada produção de forragem verde/área/ano (maior que capim elefante, milho, sorgo e outras gramíneas), manutenção de sua qualidade na forma "in natura" no campo, principalmente, nas áreas livres de geada e facilidade de colheita e distribuição aos animais.

Conforme relatam FLORES (1980) e RODRIGUES e ESTEVES

(1992) muitos trabalhos utilizando a cana-de-açúcar na alimentação de bovinos foram realizados no México, na República Dominicana e no Brasil. Por outro lado, práticas de fenação e ensilagem não são muito adequadas às condições dos trópicos, devido, principalmente, às elevadas precipitações que ocorrem no verão (PRESTON, 1984). Assim, a planta de cana-de-açúcar teria vantagens como: a) É uma planta muito eficiente para captação e aproveitamento de energia solar e transformá-la em biomassa; b) Planta com bom enraizamento que possibilita uma boa proteção do solo contra a erosão em caso de chuvas excessivas e c) Crescimento rápido durante a estação chuvosa, capaz de formar rapidamente uma grande quantidade de forragem para a estação seca com elevado conteúdo de carboidratos altamente solúveis e de fácil aproveitamento pelos animais.

Outro aspecto importante do uso da cana para forrageamento animal é a facilidade de implantação e estabelecimento. Geralmente esta é realizada no período de primavera-verão, onde é realizado um preparo adequado do solo, feita a adubação conforme recomendação da análise do solo e o controle de ervas daninhas, logo após o início do estabelecimento, conforme o grau de infestação de ervas daninhas.

Existem três épocas de plantio mais utilizados, sendo: cana de ano e meio, o plantio é feito de janeiro a abril; cana de inverno, o plantio é feito de maio a agosto e cana de ano, o plantio é feito de setembro a outubro. De forma geral, o plantio realizado em março e abril, as produtividades são maiores, independente de variedades, pois algumas são mais sensíveis à época de plantio.

Em áreas bem estabelecidas a produtividade pode ser elevada, produções superiores a outras gramíneas forrageiras, com média de 120 toneladas de forragem verde por hectare. Esta pode ser colhida manualmente ou mecanicamente, ser triturada e dada aos animais em cocho. A quantidade a ser fornecida, está em função do peso do animal e da disponibilidade de material para um determinado período.

A cana "in natura" também apresenta um desbalanço nutricional em relação, principalmente, energia/proteína e minerais. Além disso, pode apresentar valores elevados de fibra em detergente neutro (limitando a ingestão) e a digestibilidade "in vitro" da matéria seca (limitando o desempenho). Na Tabela 5, são apresentados valores de composição bromatológica de cultivares de cana *in natura*.

TABELA 5. Resultados de análises de 66 cultivares de cana-de-açúcar ( Em %)

	VARIAÇÃO		
	Média	Alto	Baixo
FDN	52,72	67,70	42,56
SDN	47,29	57,44	32,30
DIVMO	56,60	64,10	40,04
LIGNINA	6,31	8,43	4,60
PROT.BRUTA	2,32	3,06	1,06
CALCIO	0,20	0,35	0,06
FÓSFORO	0,05	0,09	0,02

PATE e COLEMAN, (1975)

SDN = solúveis em detergente neutro (próximos aos teores de açúcares).

Para a que animal tenha um aproveitamento mais adequado da cana quando fornecida na forma "in natura", melhorando seu desempenho, essas deficiências são corrigidas durante o balanceamento da ração com o uso de uréia, cama-de-frango, rolão de milho, farelo de arroz, farelo de algodão, farelo de soja, grãos de soja, grãos de milho moído, etc.

Como forma mais barata e fonte protéica para microorganismos ruminais associada a forragem de cana, tem sido remendada a uréia. Também por ser de fácil manuseio, esta tem sido muito utilizada a nível de produtor. Todavia, devido a sua limitação de enxofre, é recomendado o uso do composto uréia + sulfato de amônio, para atender a proporção 14:1, nitrogênio/enxofre.

Nas Tabelas 6, 7, 8 e 9, abaixo, são mostrados resultados de desempenho de animais alimentados com cana + suplementos.

TABELA 6. Desempenho de novilhos submetidos a diferentes volumosos e fontes de N

Tratamentos	IMS (kg/dia)	GPV (kg/dia)	Conversão
Cana + uréia	9,32	1,374	6,78
Cana + f. de carne	9,43	1,552	6,20
Capim + uréia	7,92	0,832	9,52
Capim + f. de carne	8,23	0,988	8,33

PASCOAL et al. (1988)

Animais: Novilhos Charoles + Zebu – 320 kgs -Dietas com 70% e 30% de concentrado

TABELA 7. Desempenho de novilhos e novilhas Holandesas /Zebu, com cana-de-açúcar na época seca.

Concentrado	Peso médio	Sexo	GMD	CMS de Cana % PV
Farelo de Algodão	250-	F	636	1,8 a 2,1
Farelo de algodão	253	M	827	1,8 a 2,1
Farelo de trigo	252	F	550	2,1
Farelo de trigo	250	M	535	----
Milho triturado	----	----	462	----
Sorgo triturado	----	----	372	----

Fonte: Adaptado de RODRIGUES e ESTEVES (1992)

TABELA 8. Médias dos pesos vivos (PV) inicial e final, ganhos de peso vivo total e diário e conversão alimentar (CA – kg de MS/kg de ganho) de novilhos Simental em confinamento.

Parâmetros	PA + Amônia	PA + Uréia	Sil. Sorgo	Cana + Uréia
PV Inicial (kg)	439,5	419,0	412,7	410,7
PV Final (kg)	539,8	497,0	502,0	481,0
Ganho PV (kg)	100,3	78,5	89,3	70,3
Ganho diário (kg)	1,59 a	1,25 b	1,42 ab	1,11 b
CA	6,36 a	6,64 a	6,71 a	6,42 a

Médias, na linha, seguidas de letras diferentes (P<0,05) pelo teste Tukey. Fonte : CARDOSO et al. (2001)

TABELA 9. Médias das produções diárias de leite sem (PL) e com correções para 3,5 % de gordura (PCL), teores médios de gordura(G), proteína (PTN), extrato seco total (EST) e extrato seco desengordurado (ESD)

Parâmetros	T-1	T-2	T-3	T-4	CV
PL kg/vaca/dia	22,00 a	18,99 b	18,58 b	20,09 b	7,29
PLC kg/vaca/dia	23,02 a	19,74 b	19,37 ab	21,33 b	8,56
G (%)	3,80	3,77	3,82	3,90	6,69
PTN (%)	3,15	3,20	3,16	3,20	3,67
EST (%)	12,92	12,86	12,88	12,91	2,76
ESD (%)	9,12	9,09	0,07	9,01	2,54

Médias, na linha, seguidas de letras diferentes (P<0,05) pelo teste Tukey. Adaptado de MENCONÇA et al. (2001)

T-1 : Silagem de milho; T-2 : Cana-de-açúcar + 0,35 % Uréia + Sulf. Amônia / 9:1; T-3 e T-4 : Cana-de-açúcar + 1 % Uréia + Sulf. Amônio. Relação V/C: 60:40 T-1, T-2 e T-3 e 50:50 para o T-4. Concentrado= Fubá de milho, farelo de soja e de algodão, uréia e minerais.

## Pontas de Cana

As pontas de cana deixadas na lavoura, formando uma leira entre duas linhas de cana podem ser utilizadas no processo de ensilagem. Entretanto é complicado conceber um sistema de alimentação dos animais que dependa do recolhimento diário das pontas de cana, visto que estas perdem rapidamente seu valor energético. Além disso, os dados obtidos em experimentos mostram resultados pouco satisfatórios, devidos a aspectos qualitativos e econômicos, principalmente, quando utilizadas como único fonte de volumoso.

## Torta de filtro

É o material correspondente a parte sólida liberada na purificação do álcool ou açúcar e apresenta baixos teores de MS (25,62%). Sua produção é de 25 kg/tonelada de cana moída. Recomenda-se a rápida utilização desse resíduo devido ao início do processo fermentativo em período de no máximo 6 horas. Sua qualidade é muito variável, o teor de matéria mineral pode variar de 5 a 30% da matéria seca. Este resíduo deve ser melhor estudado para sua utilização como volumoso para ruminantes.

## Levedura:

A levedura é obtida no processo de centrifugação do caldo de cana fermentado, onde é separado o chamado leite de levedura ou levedura verde. Sua utilização pode ser sob a forma seca ou líquida. A levedura seca já vem sendo utilizada na alimentação animal de monogástricos e também de ruminantes, e possui elevado valor biológico. Em geral, apresenta a seguinte composição químico-bromatológica: PB: 31,88%, EE: 0,70%, FB:3,5%, ENN: 54,55%, MM: 7,35%, Ca: 0,63%, P:0,81% e EB: 4,668 Kcal/g. Já sob a forma líquida, o que corresponde ao próprio leite de levedura, quando utilizada, deve ser fornecida imediatamente aos animais. Normalmente, esta é utilizada em confinamentos de gado de corte anexos às indústrias, devido ao baixo custo.

## Vinhaça

A vinhaça é o resíduo da destilação do álcool e contém fragmentos

de células de leveduras que não foram recuperadas nas centrífugas. Um dos inconvenientes de seu uso na alimentação animal é o elevado teor de umidade e a rápida fermentação da matéria orgânica, o que impede sua conservação por mais de dois dias. Em algumas regiões, é fornecida diretamente nos cochos, em áreas de pastagens e/ou em confinamentos. Seu consumo pode chegar de 30 a 40 l/cabeça/dia. Segundo ZEOULA et al. (1986), a vinhaça apresenta 71,69% de matéria orgânica, 12,07% de PB e 3450 Kcal/kg na MS de EB.

### Melaço

Este produto é obtido na produção do açúcar e é utilizado na alimentação de bovinos há muitos anos. Possui elevado valor energético, porém com baixo teor de proteína. Durante muito tempo foi utilizado como veículo para uréia, para o fornecimento de animais a pasto e/ou confinados. Ainda, atualmente, devido ao seu elevado custo do melaço, esta prática deixou de ser utilizada. Também, pode ser usado misturado às rações, sendo necessário sua diluição em água aquecida ou com aquecimento, para facilitar homogeneização.

### UTILIZAÇÃO DA PUPUNHA

A pupunha (*Bactris gasipaes* H. B. K.) é uma palmeira perene, nativa das regiões tropicais da América latina, como a região Amazônica. É largamente utilizada na alimentação do homem e também na fabricação de farinha para uso humano e na alimentação animal (TONET et al., 1999). Além disso, a cultura da pupunha vem aumentando devido aos esgotamentos das reservas naturais de palmito e também devido à necessidade de preservação de ecossistemas florestais.

O Brasil é o maior produtor, exportador e consumidor de palmito do mundo, atingindo um consumo de 100 mil t/ano, baseado principalmente na extração de palmáceas nativas (TONET et al., 1999).

O componente da pupunha utilizável pelo homem corresponde ao palmito da ponta do caule da palmeira pupunha, sobrando as folhas, bainhas e parte dos caules que podem ser utilizadas na alimentação dos ruminantes. As folhas representam cerca de 50% do peso do subproduto.

A pupunha apresenta cerca de 3000 a 6000 plantas por hectare, cada planta apresentando de 2 a 4 caules. Após o cultivo e aproveitamento de caule para produção de palmito, a sobra do material, subprodutos compostos por folhas, bainha e parte dos caules da pupunha apresentam uma produção de até 100 t/ha/ano, quando bem adubada e irrigada (ALVES JUNIOR et al. 1999).

Devido a essa grande produtividade de forragens por área e volumoso com características bastante adequadas à utilização para ruminantes, alguns trabalhos de pesquisas já estão sendo realizados para estudar sua viabilidade de uso.

Neste sentido, RODRIGUES NETO (2000), realizou um trabalho do subproduto de pupunha, cortada a, aproximadamente, aos 24 meses após o plantio. Os componentes folhas, bainha e caule, foram picados alternadamente e em quantidades proporcionais, com picadeira acoplada ao trator. O tamanho das partículas, em geral, não é uniforme, visto que as bainhas e caules normalmente resultam em partículas menores (0,5 a 1,0 cm), enquanto as folhas ficaram mais compridas e retalhadas, sem tamanho definido, características não muito desejáveis para obtenção de uma boa

TABELA 10. Composição química de amostras de subprodutos da pupunha, retiradas no momento da ensilagem, em função dos tratamentos.

Parâmetros (% na MS)	Tratamentos			
	Testemunha	A(2,5%)	PC (10%)	MM(10%)
MS	20,1 b	22,8 ab	27,9 a	28,2 a
PB	10,7 a	8,6 a	10,7 a	10,8 a
PT	28,2 b	22,1c	32,2 a	23,6 c
CHOS	14,1b	23,6a	15,8b	12,2b
FB	43,1a	34,3b	36,1b	31,3b
EE	1,5 ab	0,9b	1,8a	2,0a
FDN	61,9 a	51,6 c	51,7 c	56,1 b
FDA	50,2 a	38,4 c	41,6 b	36,2 c
CEL	32,9a	24,8c	26,5b	23,0d
HEM	11,6bc	12,8b	10,1c	19,9a
LIG	15,6a	11,9bc	13,0b	11,5c
Cálcio	0,44b	0,44b	0,95a	0,47b
Fósforo	0,28ab	0,24c	0,25bc	0,30a
Enxofre	0,13ab	0,20a	0,11b	0,15ab
Potássio	1,22a	1,14a	1,04a	1,08a

T – tetemunha, A – açúcar, PC – polpa cítrica, MM – milho moído  
Médias seguidas de letras distintas, na mesma linha, diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey.  
FONTE: RODRIGUES NETO (2000)

compactação e fermentação. A compactação da silagem foi realizada pelo pisoteio constante de duas pessoas. O silo (tipo poço de alvenaria) foi aberto aproximadamente 60 dias após o enchimento.

Os resultados desse trabalho são apresentados na Tabela 10, onde comparou-se a pupunha ensilada sozinha e com diferentes tipos de aditivos, açúcar, polpa cítrica e milho moído.

TABELA 11. Composição química-bromatológica de silagens do subprodutos da pupunha, em função dos tratamentos, em porcentagem de MS

Parâmetros (% na MS)	Tratamentos			
	T	A(2,5%)	PC (10%)	MM(10%)
MS	18,1b	18,6b	25,8a	27,1a
PB	8,5c	8,5c	9,6b	11,2a
N-NH <sub>3</sub> /N T	37,3a	23,2b	15,4c	25,6b
Ph	4,4a	4,0c	3,9c	4,2b
CHOT	82,3a	81,0ab	81,1ab	80,3b
FB	55,3a	55,2a	39,7b	33,2c
EE	1,7b	3,2a	2,3b	3,1a
FDN	75,2a	73,4a	56,7c	60,5b
FDA	61,0a	60,2a	49,7b	39,3c
CEL	38,3a	37,3a	30,5b	23,7c
HEM	14,1b	13,2b	7,0c	21,2a
LIG	19,4a	20,0a	16,9b	14,0c

T – tetemunha, A – açúcar, PC – polpa cítrica, MM – milho moído  
Médias seguidas de letras distintas, na mesma linha, diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey.  
FONTE: RODRIGUES NETO (2000)

Na Tabela 11, verifica-se altos teores de N-NH<sub>3</sub> e alto pH e, evidencia a ocorrência de fermentação butírica, ocasionada pelo baixo teor de MS, onde a silagem sem aditivo apresentou os maiores valores para esses parâmetros. Já o acréscimo de 10% de polpa cítrica (PC) na silagem de pupunha proporcionou os melhores resultados no que se diz respeito a esses itens. Com relação à proteína bruta, a silagem com adição de milho moído e de polpa cítrica, apresentaram os melhores teores..

Ainda no mesmo trabalho, os autores estudaram o consumo e a digestibilidade dos nutrientes e verificaram que para a silagem de pupunha o consumo foi de 1,13 kg MS/ 100 kg PV e o NDT foi de 52,0%. O maior consumo foi obtido pelo uso da polpa cítrica e do milho moído, com 2,14 e 2,06 Kg MS/100 kg de PV e de 63,3% e 66,4%, de NDT, respectivamente..

A partir destes resultados nota-se que a silagem de pupunha utilizando como aditivos a polpa cítrica ou milho moído, proporciona valor nutritivo e semelhante à maioria das silagens de outras forrageiras. A ensilagem de deste volumoso que apresentou teores de MS inferiores a 21%, os riscos de fermentação secundária são maiores, sendo recomendado então o uso de aditivos, pois alta umidade da forragem dentro do silo, provoca o desenvolvimento de bactérias do gênero *clostridium*, que são responsáveis pela fermentação do ácido láctico e carboidratos solúveis residuais a ácido butírico, bem como a proteínas a amônia, CO<sub>2</sub> e aminas.

## UTILIZAÇÃO DO ABACAXI

Os bovinos apresentam grande potencial de utilização de resíduos culturais e de subprodutos do processamento industrial que não são consumidos pelo homem ou pelos animais monogástricos, isto possibilita a inclusão em sua dieta de diversas fontes de alimentos alternativos não tradicionais, permitindo melhores respostas animais em termos produtivos e econômicos, principalmente em períodos do ano de escassez de forragem de qualidade. Diante destes aspectos, o abacaxizeiro tem merecido especial atenção, porque apenas 22,5% do material produzido pela planta corresponde à polpa do fruto, que é comestível e altamente industrializada. O restante do produto (77,5%), constituem-se das cascas, das folhas, dos caules e das coroa que são praticamente inaproveitáveis para o consumo humano e, com características excelentes para utilização na alimentação animal (CARVALHO, 1985).

O abacaxi (*Ananas comosus*) é uma cultura que apresenta potencial de produção em várias regiões do Brasil, tendo como resíduo da planta pós-colheita dos frutos, as folhas que constituem a parte superior da planta do abacaxi e, em menor quantidade estacas, tronco, frutos imaturos, brotos, folhas mortas (OTAGAKI et al., 1961). Além desses resíduos da planta, existem também os subprodutos da indústria de conserva do abacaxi, composto de casca, coroa, brotos da fruta, anexos da fruta, miolo e polpa, da qual se extrai o suco.

O interessante é destacar a importância desse resíduo verde da planta de abacaxi pós-colheita para a utilização de ruminantes, pois apresenta uma elevada produtividade de resíduo (forragem), em torno de 226 toneladas de matéria verde/ha ou de 50,5 toneladas de matéria seca (MS)/ha, com

aproximadamente 60% da MS da planta representados por folhas e 35% por caules (KELLEMS et al., 1979).

Os resíduos do processamento industrial do abacaxi podem ser ensilados. Neste método, o material, após trituração e filtragem para retirada do suco, é prensado, possibilitando uma segunda extração do suco e fornecendo uma torta de abacaxi com 15% de umidade (OLIVEIRA e COUTO, 1985).

Segundo MÜLLER (1978) o resíduo do abacaxi convenientemente balanceado assegura melhor desempenho ao bovino do que qualquer forragem tropical porque contém de 65 a 74% de NDT, enquanto as gramíneas e as leguminosas tropicais, usualmente, apresentam valores inferiores a 55% de NDT. Segundo este autor, os resíduos de planta do abacaxi apresentam 76,4; 6,3; 23,6; 63,8 e 58,0% de Umidade, PB, FB, ENN e NDT, respectivamente. Enquanto os resíduos da indústria de conserva apresentam 90,0; 6,9; 17,8; 70,4 e 74,0% de umidade, PB, FB, ENN e NDT, respectivamente.

Apesar do bom conteúdo de nutrientes apresentados pelo subproduto de abacaxi, quando se deseja um bom desempenho animal, no resíduo é fornecido há necessidade de suplementação adequada, principalmente, por apresentar um teor protéico muito baixo. Por isso, quando utilizado como alimento exclusivo, não atende as necessidades de proteína, nem de manutenção dos bovinos (RIBEIRO et al., 1993).

Os resíduos da indústria de conserva de abacaxi têm composição variável (frutas descartadas, casca, miolo e coroa, conforme RODRIGUES e PEIXOTO, 1990). Em média, este contém digestibilidade da MS variando de 71,7 a 74,2%, digestibilidade da FDN de 72,6% e ENN de 74%, respectivamente.

Além disso, devido ao elevado conteúdo de água destes resíduos, é difícil a conservação "in natura" e o material é altamente perecível que os torna perecíveis. Daí a importância da realização de estudos sobre outras técnicas de conservação do material. Dentre elas, a ensilagem poderia ser uma técnica de conservação indicada, desde que reduzida a quantidade de umidade do material, Entretanto quase que inexistem estudos neste sentido.

Por outro lado os poucos estudos avaliando o aproveitamento desses subprodutos na forma "in natura" e ensilado no desempenho animal, mostram resultados promissores. Neste sentido, KELLEMS et al. (1979), avaliando o desempenho de novilhos Hereford com 188 kg, encontraram

ganhos de peso vivo, médio, de 820 g/dia, quando usaram silagens de planta de abacaxi pós-colheita suplementadas com farelo de soja + uréia + melaço e silagem de folhas de abacaxi suplementada com farelo de soja.

Em outro estudo, com o uso da silagem de resíduos da indústria de conserva de abacaxi na alimentação de novilhos de 270 kg, propiciou, com o fornecimento conjunto de forragem verde, um ganho de peso vivo, médio, de 1031 g/dia (GEOFFROY et al., 1984).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cana-de-açúcar é uma alternativa importante devido sua elevada produtividade, capacidade de manutenção de qualidade, facilidade de implantação, facilidade de colheita, e subprodutos com boas perspectivas de uso para os animais. Outros volumosos, como os subprodutos da pupunha e do abacaxi, são volumosos que têm grande perspectivas de uso na alimentação de ruminantes, pois apresentam boas características para serem conservados, na forma de silagem. Todavia, apesar de se apresentar como volumosos muito promissores para a alimentação animal, devem ser melhor pesquisados e estudados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCÂNTARA, E. et al. 1989. Fermentation and utilization by lambs of sugarcane harvested fresh and ensiled with and without NaOH. *Ruminal Kinetics. Anim. Feed Sci.* 23:323-331.
- ALVES JUNIOR, J., LOPES, A. S., ALVES, R. R. et al. Influência de diferentes níveis de irrigação na cultura da pupunha na produção de resíduos, objetivando seu uso na produção animal. In: Congresso de iniciação Científica, 11, 1999, Botucatu. Anais... Botucatu: UNESP/FCA, 1999. p.193.
- BURGI, R. Cana-de-Açúcar. In: Simpósio de Nutrição de plantas, 6, 1995, Piracicaba, Anais... Piracicaba:FEALQ, 1995, P. 153-170.
- CARDOSO, C. G., GARCIA, R. DE SOUZA, A. L., PEREIRA, O.G., ANDREDE, C.M.S. Desempenho de novilhos Simental alimentados com rações contendo palhada de arroz amonizada, silagem de sorgo, cana-de-açúcar e uréia. XXVIII Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Piracicaba, 2001. *Anais...* 2001. p. 256-257.
- CARVALHO, V. D. de, Utilização dos resíduos agrícolas do abacaxizeiro. *Inf. Agropec.*, 11(130): 73-76, 1985.

- EVANGELISTA, A. R., LIMA, J. A. *Silagens do cultivo ao silo*. 1 ed., Lavras: UFLA, 2000.
- FLORES, F.J.A. Utilization de la cana de azucar como forrage para la producion de leche y carne bovina em el tropico. In: Centro agronomico Tropical de Investigation . Técnicas modernas de produccion animal em el tropico. Honduras, 1980. p. 19-34.
- GEOFFROY, F., LAVIGNE, P. de, MAHE, Y., Use of silage made from pineapple canning wastes in the fattening of lambs and calves. *R. d'Elevege et de Medic.Véter. des Pays Tropicaux*, 37(3):326-330, 1984.
- KELLEMS, R. O., WAYMAN, O., NGUYEN, A. H. Post-harvest pineapple plant forage as a potential feedstuff for beef cattle: evaluated by laboratory analyses, "in vitro" and "in vivo" digestibility and feedlot trials. *J. Anim. Sci.*, 48(5): 1040-1048, 1979.
- LANNA, D. P. D., MORAIS, J. P., BOIN, C., et al. 1999, Desempenho e composi~c"ao corporal de novilhas alimentadas com dois n~iveis de concentrado e baga~co de cana submetidos a diferentes processos de hidrõlise. *Rev. Bras. Zoot.* 28(2)Ç 412-420.
- MENDONÇA, S.S., CMPOS, J.M.S., VALADARES, S. C.F. et al. Cana-de-açúcar como volumoso único para vacas de leite. L. Produção e composição do leite. XXVIII Reunião da Sociedade Brasileira de Zootencia, Piracicaba, 2001. *Anais...* 2001. p. 1212-1214.
- MÜLLER, Z. O. Feeding potential of pineapple waste for cattle. *World Anim. Review*, 25(1): 25-29, 1978.
- OLIVEIRA, M. A. de, COUTO, F. A. A. Uso dos restos culturais do abacaxizeiro na alimentação bovina. *Inf. Agropec.*, Belo Horizonte, 11(130): 76-78, 1985.
- OLIVEIRA, M. D. S., KLADT, F. E. K. 1997. Digestibilidade in vitro de cana-de-açúcar hidrolisado, submetido a diferentes tempos de estocagem e de adaptação ao bovino doador de fluido ruminal. *Rev. Bras. Zoot.*, 26 (1):201-204.
- OLIVEIRA, M. D. S., VIEIRA, P. F. 1994. Efeito do tempo de estocagem sobre a composição química do bagaço de cana-de-açúcar hidrolisado. *Pes. Agrop. Bras.* 29(9):1469-1473.
- OTAGAKI, K. K., LOFGREEN, G. P., COBB, E. Net energy of pineapple bran and pineapple hay when fed to lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 44(3): 491-497, 1961.
- PASCAL, L.L., SANCHES, L.M.B, ZANELLA, I., et al. Avaliação do desempenho animal submetido a diferentes volumosos. XXV Reunião da Sociedade Brasileira de Zootencia, Viçosa, 1998. *Anais...*1998. p.97
- PATE, F. M., COLEMAN, S.W. Evaluation of sugar cane varieties cattle feed. AREC, Res. Rep., Florida Agric. Exp. Sta., 1975.
- PEIXOTO, A. M., MOURA, J. C., ARIA, V. P. Cana-de-Açúcar e seus subprodutos para bovinos. In: Anais do 5º Simpósio sobre Nutrição de Bovinos, 5, 1993, Piracicaba, *Anais...* Piracicaba:FEALQ, 1993, p. 177.
- PRESTON, T.R. Nutritional limitations associated whit the feeding of tropical farages. *J. Anim. Sci.*, 54(4):877-883, 1982.
- RIBEIRO, M. E. R., RODRIGUES, R. C., COSTA, N. L. Utilização de resíduos da agroindústria na alimentação animal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOTECNIA, 30, 1993, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: SBZ, 1993. p.509.
- RODRIGUES, A. de A., ESTEVES, S.N. Cana-de-açúcar e uréia para alimentação de bovinos na época seca. EBRAPA-UEPAE, São Carlos, 1992. 30p.(Boletim Técnico).
- RODRIGUES NETO, A J. Valor nutritivo das silagens do subproduto da extração do palmito da pupunha (*Bactris gasipaes* H. B. K.). produzidas com aditivos. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Ilha Solteira, SP, 39 p. 2000.
- RODRIGUES, R. C. e PEIXOTO, R. R. Avaliação de alimentos. XX. Composição bromatológica, digestibilidade e balanço de nitrogênio de resíduo de indústria de abacaxi. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27, 1990. Campinas: *Anais...* Campinas: SBZ, 1990. p.92.
- SANTANA, J., SOUZA, S. O. 1984. Subprodutos da cana-de-açúcar. *Inf. Agrop.* 10(119):22-27.
- SANTOS, F. A. P. 1990. O bagaço de cana-de-açúcar tratado sob pressão de vapor como alternativa para a alimentação de bovinos na entressafra das pastagens. In: Anais do 7º Simpósio sobre Produção Animal, 7, 1990, Campinas. *Anais...* Campinas:SBZ, 203 p.
- SARMENTO, P., GARCIA, R., PIRES, J. V. et al. 1999. Tratamento do bagaço de cana-de-açúcar com uréia. *Rev. Bras. Zoot.* 28(6):1203-1208.
- TONET, R. M., FERREIRA, L. G. S., OROBONI, J. L. M. A cultura da pupunha (*Bactris gasipaes*). Campinas:CATI, 1999. 44 p. (Boletim técnico, 237).
- TORRES, R. A., COSTA, J. L. Uso da cana-de-açúcar na alimentação animal. In: II Simpósio de Forragicultura e Pastagens, 2, 2000. Lavras, *Anais...* Lavras:UFLA, 2000, P. 1-14.
- VALVASORI, E., ZANETTI, M. A, MELOTTI, L. et al. 1997. Avaliação da silagem de cana-de-açúcar através de ensaio de digestibilidade (aparente) com ovinos. *Bol. Ind. Anim.* 54(1):75-79.
- VAN SOEST, P. J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2 ed. Cornell University, 476 p.
- ZEOULA, L. M.; SILVA, J. F. C., SILVA, D. J. et al. 1986. Valor nutritivo das palhas de soja e de feijão em associação com vinhaça concentrada. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, 15(4):326-337.