

S I L A G E M

PRINCÍPIOS BÁSICOS - PRODUÇÃO - MANEJO

André de Faria Pedroso*

1. INTRODUÇÃO

A história da preservação de alimentos é tão antiga quanto a história do homem, começando no Egito antigo, cerca de 1000-1500 anos antes de Cristo. No Velho Testamento encontra-se a seguinte afirmativa: "os bois e os jumentos jovens comeram forragem verde salgada e curtida" (Isaías 30:24). O historiador romano Cato, por volta de 100 A.D., escreveu: "os Teutônicos estocaram forragem verde em um poço e cobriram com esterco". Apesar do conhecimento antigo da ensilagem como técnica de conservação, ela se tornou popular apenas no final do século dezenove quando, em 1877, o fazendeiro francês A. Goffart, publicou o primeiro livro sobre silagem, baseado na sua experiência na ensilagem de milho verde. Um ano depois, aproximadamente, uma tradução inglesa de seu livro foi publicada nos EUA e esta "nova" técnica de preservação foi rapidamente assimilada pelos fazendeiros americanos.

Três fatores importantes estimularam e influenciaram fortemente a disseminação da tecnologia da ensilagem, ou seja, o aumento do conhecimento bioquímico e microbiológico dos processos fermentativos, o desenvolvimento da engenharia agrícola e a grande expansão da cultura do milho como cultura forrageira.

O domínio da tecnologia de preservação é de extrema importância para o agricultor moderno pois possibilita produção das forragens na estação mais favorável do ano, para uso a qualquer tempo, de acordo com a necessidade. Assim sendo, a época de produção e a época de utilização da forragem se tornam independentes.

Devido a complexidade do processo é oportuno definir-se alguns termos utilizados que serão utilizados no texto: Silagem é o material produzido pela fermentação de uma forrageira com alto teor de umidade; ensilagem é o nome dado ao processo de produção da silagem; silo é o recipiente onde a silagem é conservada.

*Pesquisador do Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste - CPPSE, C.P. 339, CEP 13560-970, São Carlos, SP.

2. PRINCÍPIOS BÁSICOS DA ENSILAGEM

Ensilagem é uma forma de preservação de forragens verdes úmidas por acidificação. Silagens podem ser obtidas simplesmente adicionando-se uma quantidade apropriada de ácido para que uma determinada forragem atinja o pH desejado, ou através do uso da fermentação, estimulando bactérias anaeróbicas, aquelas que se desenvolvem na ausência de oxigênio, a converterem açúcares do material ensilado em ácidos orgânicos, principalmente o ácido láctico.

2.1. Aspectos químicos da ensilagem.

A composição química das plantas têm grande influência sobre a qualidade da silagem produzida. Os atributos mais importantes são o teor de umidade, a qualidade e quantidade de carboidratos, o conteúdo protéico e o poder tampão da forragem.

2.1.1. Carboidratos

Os carboidratos das plantas, importantes para o processo da ensilagem, podem ser classificados em estruturais e não-estruturais.

Os carboidratos estruturais são os polissacarídeos componentes da parede celular (celulose e hemicelulose) e as substâncias pécticas. Os açúcares simples componentes destes carboidratos, como a glicose, galactose, manose, xilose e arabinose, não estão prontamente disponíveis para as bactérias produtoras de ácido láctico, a menos que sejam hidrolizados.

Os carboidratos não-estruturais são a glicose, frutose, sacarose, frutanas e pequenas quantidades de di, tri e tetra-sacarídeos. São coletivamente conhecidos como carboidratos solúveis em água e podem ser fermentados rapidamente pelas bactérias produtoras de ácido láctico.

O conteúdo de carboidratos solúveis em água das plantas pode variar de acordo com a espécie, cultivar, clima e estágio de maturidade. As gramíneas tropicais são geralmente consideradas como tendo níveis mais baixos destes carboidratos do que as espécies de clima temperado.

Obs: Os açúcares componentes de carboidratos de reserva como o amido também não estão prontamente disponíveis para fermentação.

2.1.2. Proteínas

A maior parte do nitrogênio das plantas está presente como proteína verdadeira, entretanto, grande parte do nitrogênio da silagem encontra-se na forma de nitrogênio não protéico, como amônia, nitratos, nitritos, amino ácidos livres e peptídeos.

Durante a ensilagem, a solubilização das proteínas verdadeiras ocorre através da atividade das enzimas das plantas, as proteases, que são liberadas quando as paredes celulares são rompidas. Baixo pH, elevado teor de matéria seca e baixa temperatura diminuem a atividade enzimática e, como consequência, a solubilização das proteínas, sendo que, as leguminosas são mais sensíveis a este processo do que as outras plantas.

O principal fator determinante do conteúdo protéico das forragens é o estágio de crescimento, porém a adubação nitrogenada também pode ter efeito marcante. Em geral o teor protéico das gramíneas tropicais tende a ser mais baixo do que o das espécies temperadas.

2.1.3. Poder Tampão

O poder tampão das plantas ou sua habilidade para resistir à mudança de pH, é um importante fator na ensilagem. A maior parte do poder tamponante das plantas podem ser atribuídas aos ânions como os sais-ácidos orgânicos, ortofosfatos, sulfatos, nitratos e clorados. Apenas 10-20% do poder tampão resulta da ação das proteínas das plantas. O poder tampão é definido como a quantidade de miliequivalentes (mE) de uma base necessários para elevar o pH de 4 para 6 de 1 kg de matéria seca de forragem. Pode variar de 265 mE, para as gramíneas, até mais que 600 mE , para as leguminosas.

2.1.4. Atividade Enzimática Após o Corte

Imediatamente após o corte, e também logo após a entrada no silo, muitas mudanças ocorrem na forragem, como resultado da atividade enzimática nas células das plantas que estão sendo ensiladas. Os processos de respiração e proteólise são particularmente importantes como agentes causadores destas mudanças.

A respiração pode ser definida como a degradação oxidativa de compostos orgânicos para produção de energia utilizável pelas células. As reações gerais para a completa oxidação de uma molécula de glicose são sumarizadas como $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 6 CO_2 + 6 H_2O + 690 \text{ Kcal}$. Na planta colhida, as reações de biossíntese são limitadas e assume-se que praticamente toda a energia liberada na oxidação da glicose seja convertida em calor. A respiração da planta continua pelo

tempo em que as condições no silo sejam favoráveis, ou seja, enquanto o pH estiver elevado e houver presença de oxigênio e substratos.

A proteólise, que é a hidrólise das ligações peptídicas das proteínas da planta, ocorre rapidamente após a colheita. A extensão da degradação das proteínas verdadeiras varia com a espécie da planta, velocidade e amplitude de mudança do pH, teor de matéria seca e temperatura dentro do silo, podendo reduzir o conteúdo protéico na silagem em até 60%.

2.2. Microbiologia

A composição microbiológica do material ensilado tem grande influência sobre a qualidade da silagem produzida.

As plantas forrageiras são hospedeiras de um número enorme de microorganismos de diferentes espécies, chamados de microorganismos epífitas. É impossível prever a população epífita de bactérias e fungos, pois seu número pode variar de 10^2 a 10^7 microorganismos por grama de matéria seca, variando de acordo com a espécie da forrageira, estágio de maturação, condições ambientais de temperatura, umidade e radiação solar, processos de corte, secagem no campo e picagem. O processo de picagem tende a aumentar o número da micro-flora, em comparação ao das culturas em pé, sendo mais favorecida a população de bactérias produtoras de ácido láctico (Tabela 1).

As plantas invasoras, as palhas e outros resíduos existentes no campo, normalmente contêm grande quantidade de fungos (leveduras e mofos) indesejáveis, e se forem colhidos junto com a forragem e transportados para o silo podem impedir uma boa fermentação e prejudicar a qualidade da silagem.

Tabela 1. Microflora epífita no milho em pé picado (\log_{10} UFC/g de forragem)

Microflora	Em pé	Picado
Bactérias produtoras de ácido láctico	4.22	6.31
Enterobactérias	6.87	7.49
Leveduras e mofos	6.85	7.12
Leveduras consumidoras de lactato	6.36	6.65
Esporos de clostridium	1.97	2.88

Dados de Kansas State University

UFC = Unidades formadoras de colônia

2.2.1. Fase Aeróbica ou de Respiração

Durante o período em que uma forragem está sendo ensilada, quando existe uma grande disponibilidade de oxigênio, os principais processos em desenvolvimento são a respiração e a proteólise, decorrentes da ação enzimática dentro das células vegetais e também pela ação de microorganismos. Além disso, durante a colheita, uma grande quantidade de tecido vegetal é esmagado e picado, rompendo as células da planta, liberando enzimas como a amilase e hemicelulose que decompõem o amido e a hemicelulose, aumentando o nível de carboidratos solúveis no material ensilado. As enzimas proteolíticas rompem as proteínas em peptídeos, amino ácidos e amônia.

Nesta primeira fase, quando a forragem chega ao silo, microorganismos aeróbicos ou aeróbicos facultativos, como leveduras, fungos e certas bactérias, podem atingir altas concentrações. Dependendo da intensidade, o desenvolvimento destes microorganismos, acarretará um grande consumo de açúcares, o que, ao somar-se ao consumo decorrente da respiração dos tecidos da planta forrageira, pode significar perdas significativas de carboidratos solúveis. A quantidade de carboidratos solúveis perdidos através da respiração e fermentação aeróbica tem grande influencia para a preservação da silagem, tendo em vista que são o principal substrato para as bactérias produtoras de ácido láctico que, por sua vez, são essenciais para a preservação da forragem ensilada. A perda de carboidratos afeta também diretamente o valor nutritivo da silagem já que, a perda de açúcares reduz o teor de energia da forragem e aumenta a concentração dos constituintes fibrosos.

Quando condições aeróbicas são mantidas por longo tempo, durante o enchimento do silo, ocorre o desenvolvimento intenso de leveduras e mofos e respiração prolongada pelas células da planta, provocando o aquecimento excessivo da silagem.. O calor produzido nestes casos pode elevar muito a temperatura da massa ensilada, favorecendo a quebra das proteínas em compostos nitrogenados, não protéicos, solúveis. Temperaturas acima de 42 ou 44°C podem resultar ainda em processos de caramelização de carboidratos. Estes processos são conhecidos como reações de Maillard, nas quais os açúcares e os grupos amino livres das proteínas são convertidos em polímeros que aparecerão nas análises como parte da fibra em detergente ácido (FDA) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido. Sempre que houver calor excessivo haverá redução significativa da digestibilidade da proteína, da fibra e de outros compostos nutritivos da silagem. Em silagens muito secas, existe o risco adicional de combustão espontânea.

Os efeitos negativos da fase aeróbica, sobre a qualidade da silagem, podem ser minimizados pelo rápido enchimento, compactação e fechamento do silo. Grandes perdas

ocorrem quando uma camada de forragem mau compactada é coberta com uma camada adicional de forragem , impedindo sua compactação posterior. Nestes casos , por ocasião da abertura do silo serão encontrados bolsões ou camadas de material totalmente deteriorado, correspondentes às porções de forragem de onde não foi extraído o oxigênio. Perdas por fermentação aeróbica podem também ocorrer quando não se promove a correta vedação do silo, permitindo-se que ocorra penetração do ar sob a lona de cobertura. Problemas desta natureza normalmente são observados quando não se utiliza pesos sobre a lona, quando há penetração de ar pelas "bordas" superiores do silo (na área de contato entre a lona e as paredes laterais) ou por buracos feitos por roedores ou pelas patas de animais.

2.2.2. Fase Anaeróbica ou de Fermentação

A partir do momento em que um material ensilado atinge condições anaeróbicas, diversos processos têm início:

- As células intactas das plantas começam a se romper e a liberar o conteúdo celular que contém açúcares e enzimas. Os açúcares são fermentados pelas bactérias produtoras de ácido láctico. As enzimas que degradam polissacarídeos são benéficas e provêm açúcares adicionais para fermentação, no entanto, as enzimas proteolíticas que também são liberadas, decompõem as proteínas em compostos nitrogenados não protéicos solúveis. Em forragens ensiladas com teor excessivo de umidade, o colapso das células acarretará a produção de efluentes que carregarão grande parte dos açúcares solúveis , ácidos orgânicos, minerais e compostos nitrogenados não protéicos para fora do silo, se não forem coletados e usados, constituindo fonte de grande perda de nutrientes prontamente digestíveis da silagem.

- Os microorganismos anaeróbicos começam a se multiplicar rapidamente, sendo que os de maior relevância para a preservação da silagem são as bactérias produtoras de ácido láctico, as leveduras, enterobactérias, e clostridium.

As forragens ensiladas são preservadas pelo ácido láctico, portanto os microorganismos mais importantes para o processo de ensilagem são as bactérias produtoras de ácido láctico (Tabela 2) que fermentam principalmente carboidratos solúveis a ácido láctico mas que também produzem, em menor quantidade, ácido acético, etanol, dióxido de carbono e outros produtos de menor importância. As bactérias produtoras de ácido láctico compreendem um grande grupo de bactérias, com várias espécies pertencentes a seis gêneros, e são divididas em homofermentativas e heterofermentativas. As bactérias homofermentativas produzem apenas ácido láctico, fermentando a glicose e outros açúcares de seis carbonos, enquanto que as

heterofermentativas produzem etanol, ácido acético e dióxido de carbono, além do ácido láctico. As homofermentativas são as bactérias mais desejáveis pois produzem apenas ácido láctico que, por ser mais forte do que o ácido acético promove redução mais rápida e intensa do pH da silagem.

A fermentação homofermentativa dos açúcares resulta em pequena ou nenhuma perda de matéria seca e pequenas perdas de energia, promovendo também a preservação de outros componentes nutritivos no material ensilado pois o rápido abaixamento do pH reduz a atividade das enzimas proteolíticas, poupando proteínas, e impedindo o crescimento de outras bactérias anaeróbicas menos eficientes, como enterobactérias e bactérias do gênero clostridium.

Tabela 2. Algumas bactérias produtoras de ácido láctico de importância durante a ensilagem.

GÊNERO	TIPO DE FERMENTAÇÃO DA GLICOSE	ESPÉCIE
<u>Lactobacillus</u>	Homofermentativas	<i>L. acidophilus</i>
		<i>L. casei</i>
		<i>L. coryniformis</i>
		<i>L. curvatus</i>
		<i>L. plantarum</i>
	Heterofermentativas	<i>L. salivarius</i>
		<i>L. brevis</i>
		<i>L. buchneri</i>
		<i>L. fermentum</i>
		<i>L. viridescens</i>
<u>Pediococcus</u>	Homofermentativas	<i>P. acidilactici</i>
		<i>P. damnosus</i>
		<i>P. pentosaceus</i>
<u>Enterococcus</u>	Homofermentativas	<i>E. faecalis</i>
		<i>E. faecium</i>
<u>Lactococcus</u>	Homofermentativas	<i>L. lactis</i>
<u>Streptococcus</u>	Homofermentativas	<i>S. bovis</i>
<u>Leuconostoc</u>	Heterofermentativas	<i>L. mesenteroides</i>

As enterobactérias são anaeróbicas, mas também se desenvolvem na presença de oxigênio, fermentando açúcares e produzindo principalmente ácido acético e, em menor escala, ácido láctico e etanol. Como seu produto principal de fermentação é o ácido acético, a queda do pH no material ensilado é lenta, aumentando a perda de matéria seca durante o processo. Além disso, níveis altos de ácido acético podem reduzir o consumo da silagem pelo gado.

O desenvolvimento das enterobactérias pode ser inibido pela fermentação intensa por bactérias produtoras de ácido láctico pois o pH ótimo para seu crescimento está entre 6.0 e 7.0, sendo que a maioria das linhagens não se desenvolvem num pH abaixo de 5.0. Desta forma, em condições adequadas, a população de enterobactérias, que normalmente é alta nas forrageiras ensiladas, permanece ativa apenas durante as primeiras 12 a 24 h da ensilagem, após este período, seu número declina rapidamente, não sendo mais atuantes após alguns dias de fermentação.

As bactérias do gênero clostridium, compõem um grupo de bactérias indesejáveis que requerem condições anaeróbicas para multiplicação. São bactérias formadoras de esporos que normalmente vivem no esterco e no solo, cujo desenvolvimento pode seguir o das bactérias produtoras de ácido láctico, se a forragem apresentar baixo teor de matéria seca.

As bactérias do gênero clostridium são divididas em sacarolíticas, que fermentam açúcares e ácidos orgânicos como o ácido láctico, e proteolíticas que fermentam amino ácidos. Os dois grupos podem afetar negativamente a qualidade da silagem, pois o produto final da sua fermentação dos açúcares e do ácido láctico é o ácido butírico, num processo que pode acarretar perdas de 50% da matéria seca e de 20% da energia da forragem. Além disso, as clostridia proteolíticas fermentam amino ácidos em uma variedade de produtos, incluindo NH₃, aminas e ácidos orgânicos voláteis, que possuem baixo valor nutritivo e elevam o pH da silagem. Tais fermentações são chamadas de fermentações secundárias e podem levar a perdas substanciais na qualidade da silagem, com redução da digestibilidade e aumento dos componentes fibrosos.

Da mesma forma que as enterobactérias, as do gênero clostridium são sensíveis a pH baixo e requerem condições de alta umidade para desenvolvimento ativo. Em geral, o crescimento clostridial é raro em culturas ensiladas com mais de 35% de matéria seca e que contenham teor de carboidratos solúveis suficiente para abaixamento do pH. Para forragens úmidas, com 70% ou mais de umidade, a única maneira prática de se evitar o crescimento destas bactérias é a redução do pH a um nível suficientemente baixo, através da adição de ácidos.

2.2.3. Fase Estável

Após o período de crescimento ativo das bactérias produtoras de ácido láctico, o material ensilado entra na fase estável. Se o silo é adequadamente vedado, pequena atividade biológica ocorre durante esta fase, embora possa ocorrer degradação muito lenta da hemicelulose, liberando alguma quantidade de açúcar. O principal fator que pode afetar a qualidade da silagem e o volume de perdas nesta fase é a permeabilidade do silo ao oxigênio e a compactação da silagem. O oxigênio que penetrar no silo ou que permanecer misturado à massa ensilada será usado por microorganismos aeróbicos como leveduras e fungos, cujo desenvolvimento provoca perdas de matéria orgânica e aquecimento. O oxigênio pode passar através do plástico, mas apenas numa taxa muito lenta, entretanto, se houver rachaduras nas paredes do silo ou buracos na cobertura plástica, haverá rápida penetração do oxigênio na massa da silagem, causando enormes perdas.

2.3. Efluentes e contaminação ambiental.

No processo da ensilagem, grandes perdas de nutrientes podem ocorrer através do líquido, conhecido como efluente, que escorre de silagens muito úmidas. Para evitar a produção de efluentes, as forragens devem ser armazenadas com , no mínimo, 30% de MS nos silos tipo bunker ou trincheira e 35% em silos aéreos, podendo haver variações de acordo com as dimensões dos mesmos. A maior parte do efluente é produzido na primeira semana após ensilagem, embora o fluxo possa continuar por diversos meses, sendo que a quantidade produzida aumenta de acordo com o aumento no teor de umidade da forragem. Por exemplo, o volume de efluente produzido por 200 t de silagem com 25% de MS é de 4000 litros e o volume produzido, pela mesma quantidade de silagem, com 20% de MS é de 12000 litros (Tabela 3).

Os efluentes de silagem contêm até 5% de MS e carregam materiais solúveis como açúcares, proteínas e minerais . A sua demanda biológica por oxigênio (DBO), índice que mede a capacidade poluidora de poluentes da água, é de 90.000 mg de oxigênio por litro de efluente, valor 200 vezes maior do que o das descargas domésticas (Tabela 4). A quantidade de efluente produzido por 300 toneladas de silagem de baixo teor de MS é equivalente em DBO às descargas produzidas em um dia por uma cidade com 80.000 habitantes, ou por uma casa de fazenda, com oito ocupantes, durante 27 anos. Assim, os efluentes representam, além da perda de nutrientes solúveis, um grave problema de poluição ambiental, de forma que, nos casos em que não for possível evitar sua ocorrência, os efluentes devem ser coletados para fornecimento ao gado ou para serem utilizados como fertilizantes.

Tabela 3. Produção de efluentes e conseqüente perda de matéria seca de silos "BUNKER".

Conteúdo de MS (%)	Produção de efluentes (litros/t de silagem)	Perdas de MS (%)
30	0	0
25	20	0.4
20	60	1.6
15	200	7.2

Tabela 4. Demanda biológica por oxigênio de poluentes comuns das fontes de água.

Poluentes	Demanda biológica por oxigênio - DBO (mg O ₂ / litro)
Efluente de silagem	90.000
Chorume de pocilga	35.000
Urina de vaca	19.000
Chorume curral (bovinos)	5.000
Descargas domésticas	500

Quanto menor o tamanho das partículas da forragem ensilada, maior a quantidade de efluente produzido.

3. PRODUÇÃO E MANEJO DA SILAGEM

A produção de silagem depende de uma seqüência de operações que precisam ser corretamente planejadas e executadas, com atenção constante aos detalhes em cada fase do processo.

A melhor maneira de entender a tecnologia de produção de silagem é através do estudo dos fatores envolvidos nas diversas fases da produção, desde a colheita da planta até o fornecimento aos animais. Cada fase possui requisitos diferenciados, e precisa de cuidados

especiais. Entender os processos envolvidos em cada fase, planejar cuidadosamente cada uma delas e agir de acordo, é a chave para o sucesso.

3.1 . Produção de forragens para ensilagem:

É possível a ensilagem de praticamente todas as culturas forrageiras, de muitos subprodutos agro-industriais e resíduos da produção animal. O valor nutritivo da matéria prima utilizada e sua ensilabilidade, ou seja, a sua maior ou menor adequação à ensilagem, são os principais fatores que influenciam na qualidade da silagem. Deve-se saber que é impossível obter silagem de alta qualidade a partir de forragens de baixa qualidade, por outro lado, é muito fácil por a perder bons materiais por erros de manejo.

3.1.1 Milho (*Zea mays*)

O milho é uma forrageira reconhecida como "quase perfeita " para ensilagem. Grandes áreas do mundo são atualmente cultivadas com milho para silagem pois esta cultura possui várias características desejáveis, tais como: alta produção de matéria seca por área (12 a 14 ton /ha são normais); alta digestibilidade da planta, como um todo, que permanece estável durante o estágio de maturação porque, o declínio no valor nutricional das folhas e da haste é compensado por um aumento proporcional de espigas e grãos; o teor de matéria seca da planta, na época de corte, situa-se num intervalo ideal de 33 a 42%; conteúdo adequado de carboidratos solúveis em água e poder tampão baixo durante a época de corte; alto conteúdo de grãos (40- 50%), contribuindo para uma silagem de alta digestibilidade.

Determinação da época de colheita do milho:

O estágio de maturação do milho no momento da colheita determina a qualidade da silagem pois o conteúdo de grãos , o teor de matéria seca e a digestibilidade da planta variam de acordo com o desenvolvimento da cultura.

O momento da colheita pode ser determinado observando-se a posição da "linha do leite", como é comumente chamada a zona divisória entre as porções líquida (leite) e sólida nos grãos. A linha do leite torna-se visível no início do estágio de grãos dentados, podendo ser normalmente observada, olhando-se as espigas quebradas transversalmente (figura anexa), porém, em alguns híbridos não é fácil a sua visualização, fazendo-se necessário o corte longitudinal dos grãos, para determinação correta da sua posição.

Se o milho for ensilado no estágio anterior à formação da linha do leite, o seu teor de matéria seca estará entre 24 e 27 %, resultando em uma silagem com valor nutritivo abaixo do ideal, proveniente de uma fermentação inadequada , acarretando ainda em grandes perdas por efluentes.

Para obtenção de silagens com máximo valor nutritivo, o milho deve ser ensilado quando os grãos estiverem com 50 a 70 % (1/2 a 2/3) de linha do leite, ou seja, quando 50 a 75 % do grão estiver farináceo e 50 a 25 % leitoso. Neste estágio obtem-se a melhor relação entre produção de matéria seca e energia por área, maior conteúdo de grãos , adequado teor de matéria seca, alto teor de açúcares solúveis e boa digestibilidade da silagem. Pesquisas mostram no entanto que, grandes variações no teor de matéria seca , na proporção de grãos e conseqüentemente no valor nutritivo, podem ser observadas para silagens produzidas com híbridos diferentes, mesmo tendo sido colhidos no mesmo estágio de linha do leite (Tabela 5),

Tabela 5. Variação do valor nutritivo em silagens de milho:

NUTRIENTE	valor médio ¹	variação
PB	8,0	6 - 17
FDA	28,0	20 - 40
FDN	48,0	30 -58
NDT	67,0	55 - 75
ELL(energia liquida para lactação (Mcal/lb)	0,68	0,58 - 0,74
Cálcio	0,26	0,10 - 0,40
Fósforo	0,30	0,10 - 0,40

¹ Todos os valores com base na matéria seca.

Todos os valores estão em porcentagem, exceto ELL.

Geralmente os produtores relutam em aguardar o estágio de grãos 1/2 a 2/3 de linha de leite, alegando que o milharal neste estágio já estará muito seco. Isto ocorre normalmente por dois fatores: 1º - deficiência de potássio no solo, fazendo que as plantas desloquem o elemento das folhas mais velhas, situadas na parte mais baixa dos pés de milho, para as folhas em crescimento da parte mais alta, causando a morte e o secamento das folhas mais baixas, criando a impressão de que o milharal já está maduro. 2º - alguns híbridos não possuem um bom "stay-green", ou seja,

possuem a característica de secamento precoce das folhas mais baixas, causando o mesmo problema. - Em ambos os casos, a picagem do material fica prejudicada e as perdas no campo aumentam. Mesmo assim, deve-se orientar os produtores para aguardarem pelo menos o estágio de ½ de linha de leite nos grãos pois, do contrário, o teor de matéria seca da silagem será muito baixo acarretando os problemas já comentados de má fermentação e perdas por efluentes da silagem.

Para se evitar os problemas mencionados, o produtor deve promover a correta adubação da lavoura e utilizar híbridos com bom "stay-green".

3.1.2. Sorgo (Sorghum bicolor):

O sorgo é uma cultura que tem sido cada vez mais utilizada para ensilagem pois possui excelente ensilabilidade e algumas características interessantes como, maior resistência à seca e a solos de menor fertilidade e salinos, se comparada ao milho. No entanto, apresenta aproximadamente 80 a 85% do valor nutritivo da silagem de milho, quando utilizado para alimentação de vacas leiteiras.

É preciso levar em consideração alguns fatores quando da utilização do sorgo para ensilagem: - os grãos de sorgo são muito duros, por isto é importante que a colheita seja realizada antes do estágio "maduro" para que não haja perdas excessivas, durante sua digestão pelos animais; - o pé de sorgo tem tendência ao acamamento, fator que deve ser levado em consideração ao se escolher o híbrido, devendo-se evitar aqueles excessivamente altos; - sorgos com maior conteúdo de tanino nos grãos são mais resistentes ao ataque de pássaros porem podem ter sua palatabilidade e digestibilidade comprometidas.

De acordo com a morfologia da planta e o nível de produção de grãos, dividem-se os sorgos em 3 categorias: graníferos; forrageiros ; duplo-propósito.

- Os sorgos graníferos são de porte mais baixo, entre 1,4 a 1,6 m, mas apresentam os mais altos níveis de produção de grãos. A utilização de sorgos graníferos permite a obtenção de silagens de excelente qualidade com boa produção de matéria seca por área (14 ton/ha).

- Sorgos forrageiros, são híbridos que praticamente não produzem grãos. Existem os que apresentam altura de 0,8 a 1,0 m, colhidos no estágio de emborrachamento, e são usados basicamente para pastoreio ou produção de silagem pré-secada, e existem os de porte alto , com 2,8 a 3,5 m de altura que devem ser colhidos com 110 a 120 dias de crescimento. Estes sorgos apresentam maiores níveis de produção de matéria verde por área , no entanto produzem silagens de qualidade inferior.

- Os sorgos de duplo-propósito possuem altura mediana, entre 1,4 a 2,1m, e produção de grãos elevada, permitindo a obtenção de silagens de ótima qualidade e altas produções de matéria seca por área (até 23 ton/ha).

Determinação da época de colheita do sorgo :

Sorgos graníferos e de duplo propósito devem ser ensilados quando os grãos localizados na região mediana das panículas estiverem no estágio farináceo. Neste estágio, os grãos da parte superior estarão secos e os da parte inferior estarão ainda leitosos. Silagens produzidas com a cultura neste estágio, terão 28 a 37 % de matéria seca, havendo variações de acordo com o híbrido.

Valor nutritivo:

Com a utilização de sorgo de duplo propósito, pode-se esperar a obtenção de silagens com 6,0 a 9,0 % de PB, 28,8 a 38 % de FDA e 55 a 60 % de NDT . Com a utilização de sorgos graníferos é possível a obtenção de silagens com valores nutritivos semelhantes aos de silagens de milho.

3.2. Colheita de forrageiras para ensilagem :

Na ensilagem de qualquer forrageira, a determinação correta do momento da colheita é fundamental para garantir um bom processo fermentativo e máxima produção de material digestível por área. Normalmente a decisão final sobre a data de colheita é resultado da avaliação de fatores como, estágio desejado de maturação da cultura, clima e manejo do rebanho e da propriedade.

Durante o planejamento das atividades, deve-se atentar para o fato de que a data da colheita é dependente da data da semeadura, para que na época de colheita todo o equipamento e pessoal esteja disponível e preparado.

O volume ou rapidez da colheita dependerá do tipo e quantidade de ensiladeiras e do uso ou não de pré-secagem e aditivos e deve estar de acordo com a capacidade de transporte, descarregamento, espalhamento e compactação no silo.

3.2.1. Estágio de Maturação

Ao se determinar a época de colheita de uma forrageira para ensilagem, deve-se ter em mente que o objetivo final é obter o máximo de rendimento de matéria seca por área e qualidade possível da silagem, conseqüentemente o maior lucro possível com a forragem, de acordo com

as considerações agronômicas e econômicas, que variam de acordo com o tempo e lugar. Para os cereais de inverno, por exemplo, normalmente a digestibilidade decresce com a maturação. Por outro lado, a colheita de plantas muito jovens resulta em perdas no potencial de produção de matéria orgânica e o baixo teor de matéria seca exige maior tempo de pré-secagem. Nas culturas do milho e do sorgo, o acúmulo de amido nos grãos compensa a diminuição do valor nutritivo da haste e das folhas. Existem culturas em que os grãos contribuem com a maior parte do valor nutritivo da planta, de forma que o conhecimento da fisiologia de cada tipo de forrageira é importante para determinar o momento correto da colheita.

3.2.2. Altura de Corte

A parte inferior das hastes das plantas é menos digestível e contribui para a redução da qualidade da forragem como um todo, portanto, quando a preocupação principal é com a qualidade da silagem e não com a quantidade de material colhido, é recomendável elevar a altura de corte. Silagens de milho de qualidade excepcional têm sido obtidas realizando-se o corte a uma altura de aproximadamente 40 cm do solo.

A ocorrência de pedras, torrões e solo muito irregular também pode exigir corte mais alto para evitar quebra de maquinário e também porque a presença de solo causa maior contaminação por clostridium e aumenta o poder tamponante da massa ensilada, reduzindo a qualidade final da silagem. Além de serem um fator de risco para as máquinas, as pedras, se forem ingeridas, podem ser prejudiciais para a saúde dos animais.

3.3. Pré-secagem

Pré-secagem ou murchamento consiste em deixar a forragem exposta ao sol após o corte, de modo a reduzir sua umidade pois, forragens ensiladas com menos de 28% de matéria seca não apresentam boa fermentação e produzem efluentes que, além de representarem grandes perdas, podem causar sérios problemas de contaminação ambiental. Nem sempre é possível ou necessária a pré-secagem, entretanto, quando uma forrageira é muito úmida e as condições de clima e maquinário são favoráveis, a pré-secagem é recomendada.

É importante levar em conta que a respiração celular continua durante o murchamento das plantas, com perda de energia e carboidratos solúveis e aumento relativo dos compostos nitrogenados e fibras. Alto teor de umidade e alta temperatura intensificam o processo de respiração e as perdas podem atingir 0.3% da matéria seca por hora. O tempo de secagem deve, portanto, ser reduzido ao máximo.

Substancial proteólise, envolvendo até 50% da proteína, pode ocorrer durante o período de pré-secagem, produzindo peptídeos, amino ácidos livres e quantidades muito pequenas de amônia.

Os açúcares perdidos pela respiração podem ser parcialmente repostos pelos açúcares liberados através da hidrólise dos carboidratos estruturais da planta.

3.4. Picagem

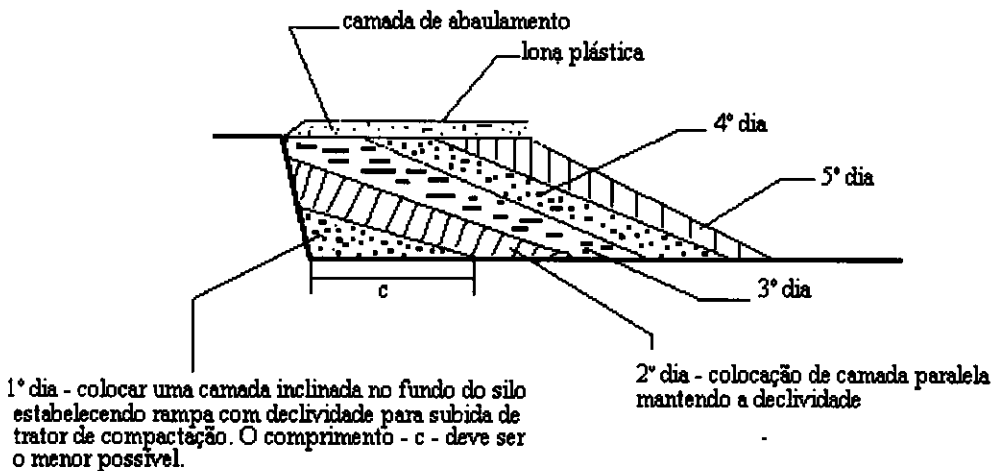
A picagem é uma operação muito importante no processo de ensilagem. A intensidade com com que uma determinada forragem é picada afeta diretamente o grau de compactação que pode ser obtido dentro do silo e a quantidade de oxigênio presente na massa ensilada, conseqüentemente afeta também a eficiência da fermentação e qualidade final da silagem. É recomendável que forragens mais secas ou muito fibrosas sejam picadas em pedaços menores, pois isto facilita a compactação. Por outro lado, a picagem intensa de forragens muito úmidas aumenta a produção de efluentes. Em condições normais recomenda-se a picagem, da forragem a ser ensilada, em pedaços de tamanho entre 10 a 12 mm e nunca menores que 8 mm. A picagem em partículas pequenas requer máquinas mais potentes e necessita que as facas da picadeira sejam freqüentemente afiadas.

3.5. Transporte e Enchimento do Silo.

O enchimento do silo, especialmente de silos tipo trincheira, deve ser feito o mais rapidamente possível, já que qualquer demora irá aumentar o período de fermentação aeróbica, prejudicando a qualidade final da silagem. Assim os processos de corte, transporte, enchimento e compactação devem ser sincronizados.

O enchimento de silos trincheira ou bunker, de grande capacidade, onde o enchimento pode levar vários dias, deve ser feito utilizando-se o método Dorset Wedge, no qual inicia-se o enchimento a partir da parede do fundo do silo, colocando-se a forragem em camadas inclinadas que permitam o fechamento em etapas, como pode ser visto na figura 1.

Figura 1. Método Dorset Wedge



OBS: - No desenho proposto os caminhões e tratores poderão descer a rampa após o 3º dia.

- As camadas superiores não devem ficar em contato com o ar por mais de 3 ou 4 dias. No desenho proposto, após o 5º dia colocar uma camada para abaulamento da silagem, cobrindo com lona plástica e fechando a 1ª etapa. Deve-se repetir o processo, tantas vezes quanto necessário, até o completo enchimento do silo.

Apesar do transporte ser aparentemente um processo simples, pode ser um fator importante no custo final da silagem. Os custos com transporte podem atingir até 15% do custo total da silagem, já que as forragens normalmente ensiladas contêm muita água e, mesmo depois de picadas, apresentam grande volume por unidade de peso de matéria seca, conseqüentemente o custo do transporte, por tonelada de matéria seca, torna-se alto.

3.6. Compactação

A forragem deve ser muito bem compactada durante o processo de enchimento do silo, para que seja expulso todo o ar de entre as partículas da forragem. Em silos aéreos a compactação é favorecida devido ao peso da própria forragem. Em silos trincheira a compactação deve ser feita utilizando-se tratores, sendo que, tratores pesados com rodas estreitas são os mais indicados. Tratores de esteira, mesmo sendo pesados, são de baixa eficiência para compactação, pois seu peso se distribui pela área das esteiras, diminuindo a pressão por unidade de área da superfície da silagem.

É importante saber que, a compactação só é efetiva nos 30 a 50 cm superiores da massa que está sendo ensilada, portanto, a distribuição do material que chega ao silo deve ser uniforme, em camadas finas e a compactação deve ser feita ininterruptamente, caso contrário, por ocasião da abertura e descarregamento do silo serão encontradas camadas ou bolsões de silagem estragada, devido à permanência de ar em áreas que foram mau compactadas.

3.7. Vedação

Silagens de boa qualidade são produzidas quando a condição anaeróbica é obtida rapidamente dentro do silo e não se permite a entrada posterior de ar. Por isso, a vedação é uma parte muito importante do processo de ensilagem e todo silo deve ser construído de forma a impedir a penetração de oxigênio. Silos horizontais ("bunker" ou trincheira) apresentam problemas especiais pois são aqueles onde uma grande área tem que ser coberta com lona plástica. Normalmente utiliza-se lonas de polietileno com espessura entre 0.15 a 0.30 mm que apresentam certa permeabilidade à penetração do ar.

Para uma boa vedação, deve ser evitada a permanência ou entrada de ar entre a silagem e a lona de cobertura. Para tanto a superfície da silagem deve ser a mais uniforme possível e materiais pesados como terra, forragem estragada ou pneus, devem ser colocados uniformemente sobre a lona, tomando-se especial cuidado com a área onde a lona encontra as paredes laterais do silo ("ombro do silo"). Além disso, as paredes laterais dos silos, de alvenaria ou concreto armado, devem ser protegidas da ação corrosiva dos ácidos da silagem, pelo revestimento com piche ou qualquer outro material protetor, para evitar que a corrosão da ferragem abra espaço para a penetração do ar e enfraqueça a estrutura do silo.

3.8. Descarregamento

Durante a fase de descarregamento da silagem são anuladas muitas das medidas de proteção que foram tomadas durante as fases anteriores, já que o processo de descobrir e remover a silagem permite que o ar penetre na massa ensilada. Resultados experimentais indicam que até 30% da matéria seca ensilada pode se perder neste processo.

Durante a fase de descarregamento, a silagem deve ser manejada com cuidado, para limitar as perdas àquelas que são inevitáveis. O manejo deve ser feito de forma a evitar ao máximo a penetração do ar na massa ensilada, para tanto é necessário que: a retirada da cobertura plástica deve ser limitada a uma largura que exponha apenas a quantidade de silagem necessária para um dia de fornecimento; a retirada da silagem seja feita de maneira a evitar o abalamento da silagem e a ruptura de sua estrutura, não sendo portanto recomendável o uso de pás carregadeiras; os silos devem ser dimensionados de forma que a quantidade de silagem, necessária para o consumo diário do rebanho, corresponda à remoção de no mínimo 20 cm de espessura de toda face ou seção exposta da silagem.

Quando o silo é aberto o oxigênio ganha acesso à face exposta da silagem, podem ocorrer as maiores perdas de matéria seca e nutrientes devido ao consumo de açúcares, produtos da fermentação e outros nutrientes solúveis da silagem pelos microorganismos aeróbicos. As leveduras são os microorganismos mais comuns envolvidos na deterioração aeróbica da silagem, mas bactérias como as enterobactérias, fungos e bacilos também podem ser importantes em algumas circunstâncias. Os carboidratos solúveis são convertidos pela respiração a dióxido de carbono e água produzindo calor. Além da perda de nutrientes de alta digestibilidade da silagem, algumas espécies de fungos produzem compostos tóxicos que podem afetar a saúde animal.

A atividade microbiana que tem início com a abertura do silo é a mesma que ocorre como resultado da infiltração de oxigênio durante a fase estável, sendo que a principal diferença está na quantidade de oxigênio disponível para os microorganismos. No descarregamento, os microorganismos na face exposta da silagem têm acesso a ilimitadas quantidades de oxigênio, o que permite que se multipliquem rapidamente. Uma vez que as leveduras, fungos ou bactérias atinjam uma população de 10^7 a 10^8 unidades formadoras de colônia por grama de silagem, esta começará a esquentar e compostos digestíveis, como os açúcares e produtos da fermentação, serão rapidamente perdidos.

3.9. Perdas durante a ensilagem:

Os silos horizontais - trincheira ou bunker - tornaram-se a maneira mais comum de estocagem de alimentos ensilados. Embora sejam economicamente atrativos, seus formatos permitem que uma alta percentagem da silagem seja exposta aos efeitos do ambiente e às mudanças estacionais do tempo já que, por serem relativamente pouco profundos, 20 à 25% do volume inicial ensilado pode estar dentro do primeiro metro do topo. A maneira convencional usada para cobrir estes silos, através de lona plástica, sobre a qual se coloca pneus ou terra, fornece proteção muito variável, dependendo da técnica de vedação e das propriedades da lona. De forma que, as perdas superficiais podem ser muito altas, e em alguns casos podem atingir 100%.

O nível de perdas de matéria orgânica pode ser calculado através da análise do aumento no conteúdo de cinzas da silagem, assumindo-se que, enquanto as perdas ocorrem, a matéria orgânica desaparece, mas a quantidade absoluta de cinzas permanece constante. Um pequeno aumento na percentagem de cinzas representa uma alta percentagem de perda da matéria orgânica da silagem. Para condições tropicais, as perdas normalmente situam-se ao redor de 15% . (Vide tabelas anexas)

4. ADITIVOS PARA SILAGEM

Os aditivos para silagem constituem assunto amplo e complicado sob os aspectos econômico e comercial. É considerado aditivo qualquer material adicionado às forragens ensiladas, para melhorar a fermentação ou para reduzir perdas. Existem diversas categorias de aditivos, que podem ser classificados, de modo geral, em inibidores e estimuladores da fermentação.

Os inibidores são usados para suprimir o crescimento de leveduras, mofos e bactérias aeróbicas como as clostrídias, e a ação das enzimas das plantas. Exemplos de inibidores são os ácidos orgânicos e minerais como os ácidos fórmico, propiônico, acético, láctico, caprótico, benzóico, hidrocloreídrico e sulfúrico e sais como amônia, uréia, cloreto de sódio, nitrato de sódio, dióxido de enxofre, formaldeído e paraformaldeído.

Estimuladores são aditivos que melhoram a eficiência da fermentação e compreendem principalmente os inoculantes bacterianos, as enzimas e as fontes de substrato. Inoculantes bacterianos contêm principalmente culturas vivas de bactérias produtoras de ácido láctico dos

gêneros Lactobacillus, Pediococcus, Enterococcus, Lactococcus. As principais enzimas utilizadas são amilase, hemicelulase, pectinase e xilanase, sendo a maioria delas subprodutos de fermentação microbiana. Os principais substratos são melaço, sacarose, dextrose, soro de leite.

Também são considerados aditivos os materiais que pode ser misturados em grande volume às forragens excessivamente úmidas, com o objetivo básico de elevação do teor de matéria seca a níveis apropriados à ensilagem. Nesta categoria encontram-se os grãos e farelos de cereais e polpas de frutas.

4.1 . Amônia e uréia:

Amônia e uréia são normalmente adicionadas às forragens para aumentar o teor de proteína bruta da silagem, entretanto, a amônia possui também propriedades anti-bacterianas e pode atuar como preservativo.

Quando se adiciona amônia, que é uma base forte, à forragem que está sendo ensilada, ocorre elevação do pH do material para 8 ou 9, permitindo a atividade dos microorganismos por um período mais longo de tempo, o que é um fator negativo pois acarreta maior consumo de açúcares fermentescíveis da silagem. Por outro, a amônia inibe a ação das proteases da planta, reduzindo a degradação das proteínas e quebra algumas das ligações entre hemicelulose e outros componentes da parede celular, o que pode contribuir para o aumento da digestibilidade da forragem ensilada.

A amônia pode aumentar a estabilidade aeróbica da silagem, provavelmente pela inibição da atividade das leveduras e fungos e pelo aumento do conteúdo de ácido láctico decorrente da fermentação mais prolongada. Entretanto, se a quantidade de amônia for excessiva, poderá suprimir a fermentação, diminuir a estabilidade aeróbica e reduzir o consumo da silagem.

O pH final das silagens tratadas com amônia tende a ser mais elevado devido ao efeito tamponante do aditivo, por isso, a adição de amônia é freqüentemente associada com silagens de milho , pois o milho tem baixo conteúdo de proteína bruta e alto nível de açúcares solúveis, o que favorece o abaixamento do pH.

O teor de umidade da forrageira a ser ensilada é um fator determinante do sucesso no tratamento com amônia, pois a amônia anidra é rapidamente assimilada pela água da forragem, podendo liberar algum calor à medida em que entra em solução. Em forragens secas pouca amônia será assimilada, e seu efeito será marginal. A recuperação da amônia na silagem é de cerca de 50%, sendo ainda menor em materiais secos ou em altas temperaturas.

A amônia, na forma que é utilizada para adição às silagens, encontra-se sob alta pressão, na forma líquida, sendo pulverizada diretamente na forragem durante a picagem.

O produtor deve estar ciente de que a amônia é um gás venenoso e cuidados adequados devem ser tomados na sua estocagem e manuseio.

A uréia tem efeito similar ao da amônia, pois a enzima urease das plantas degrada a uréia a amônia e água. No entanto, a liberação de amônia a partir da uréia não é imediata e seu efeito sobre os microorganismos aeróbicos é retardado. A vantagem de se usar uréia encontra-se na facilidade de manuseio, porém o preço unitário do seu nitrogênio é maior do que o da amônia.

4.2. Fontes de substrato

Os substratos adicionados às silagens como estimuladores da fermentação, são principalmente subprodutos da indústria humana de alimentos, como melaço, soro de leite e polpas de frutas. São normalmente materiais úmidos e ricos em açúcares que tem a função de melhorar a ensilabilidade de forragens de baixa qualidade e até para ensilagem de leguminosas que possuem baixos teores de açúcar. Os substratos devem ser misturados uniformemente ao material ensilado.

4.3. Inoculantes para Silagem:

O fator fundamental na preservação pela ensilagem é a fermentação de açúcares solúveis da forragem pelas bactérias anaeróbicas. A eficiência do processo fermentativo e a qualidade da silagem dependem das bactérias epífitas, trazidas para o silo junto com a forragem, porém, a quantidade e qualidade destas bactérias são grandemente afetadas pelas condições ambientais (como umidade, temperatura e radiação solar), pelas características da cultura e pelo processo de colheita e picagem.

Devido ao efeito do meio sobre a população das bactérias epífitas, ocorre que muitas vezes não se obtém a qualidade esperada na silagem, mesmo usando-se forrageira e manejo usuais. Como consequência disso, surgiu a idéia de se adicionar um inoculante à forragem a ser ensilada, como garantia de que esta possuirá o número e o tipo adequado de bactérias para uma boa fermentação.

A primeira tentativa conhecida de se controlar a fermentação na silagem pela adição de uma cultura de bactérias produtoras de ácido láctico, silagem foi feita com silagem de polpa de beterraba doce, na França no começo deste século, sendo que muitas das tentativas iniciais falharam porque as linhagens de bactérias utilizadas não eram adaptadas ao ambiente da silagem

ou as bactérias da cultura não estavam viáveis por ocasião do uso. O desenvolvimento tecnológico superou estas limitações e atualmente os inoculantes são produzidos com bactérias, isoladas de silagens, que demonstraram os melhores resultados em testes científicos e processos como a liofilização garantem que as bactérias permaneçam vivas até o momento da utilização.

Em países da Europa e nos E.U.A., os inoculantes microbianos ganharam popularidade no final dos anos 70 e início dos anos 80. Os inoculantes hoje utilizados contêm bactérias desidratadas ou inativadas que se tornam ativas quando adicionadas à forragem, sendo mais utilizadas as bactérias homofermentativas que produzem principalmente ácido láctico. Os inoculantes comerciais normalmente incluem linhagens de *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Pediococcus cerviseae*, *Pediococcus pentosaceus* e *Enterococcus faecium* e são disponíveis na forma de pó, granulada ou líquida. Na forma seca são apresentados misturados com calcário, leite em pó ou qualquer outro veículo. Os inoculantes aplicados na forma líquida são vendidos como pó seco, para serem misturados com água antes do uso, sendo que o preparado líquido deve ser utilizado imediatamente, pois o número de bactérias começa a declinar após 24 à 48 horas. Não deve ser utilizada água clorada para diluir o inoculante pois o cloro poderá inviabilizar as bactérias.

Os inoculantes devem ser armazenados em local fresco, ao abrigo da luz do sol e após a abertura da embalagem devem ser usados tão rapidamente quanto possível, para se evitar morte das bactérias. É sempre importante que sejam seguidas as recomendações do fabricante.

Os inoculantes têm que ser distribuídos de forma homogênea na silagem, por isto, recomenda-se que sejam pulverizados sobre a forrageira no picador das ensiladeiras ou no elevador dos silos aéreos.

Em silagens com menos de 20% de matéria seca os inoculantes bacterianos devem ser adicionados à forragem de forma a se obter uma concentração final de 10^6 unidades formadoras de colônias por grama de silagem. Nestes casos, altas taxas de inoculação são necessárias, porque silagens úmidas fermentam mais rapidamente do que silagens mais secas e as condições são mais favoráveis para as bactérias indesejáveis como as do gênero clostridium. Para silagens com mais de 20% matéria seca, recomenda-se um volume de adição suficiente para a ocorrência de 10^5 unidades formadoras de colônias por grama de forragem fresca.

O que se espera portanto dos inoculantes bacterianos é que aumentem o número inicial de bactérias produtoras de ácido láctico, propiciando um começo adequado da fermentação, aumentando a proporção de ácido láctico em relação aos outros produtos da fermentação, de

forma que o pH seja abaixado mais rapidamente e atinja um valor final mais baixo. A rápida e intensa diminuição do pH é o objetivo fundamental na preservação de silagens.

É impossível ao fazendeiro avaliar qual é o melhor inoculante, baseado apenas nas especificações do fabricante. Antes que qualquer inoculante seja distribuído para uso, deve ser avaliado por uma instituição de pesquisa que irá testa-lo sob as condições locais, além disso, o uso de aditivos deve sempre estar associado com boas práticas de manejo.

5. CONTROLE DA QUALIDADE (AMOSTRAGEM DE SILAGENS):

O controle de qualidade de forragens frescas ou conservadas pode ser feita pela avaliação visual e análises químicas e microbiológicas laboratoriais. A tomada de uma amostra representativa é um processo complicado, porém essencial para o processo de análise da qualidade de uma forragem.

Quando se trata de avaliar forragens, dentro de um sistema real de produção, deve-se estar ciente de estar lidando com um volume grande de uma mistura de materiais heterogêneos (folhas, hastes, grãos, flores, etc). Para que qualquer método preciso de análise tenha significado, a amostra deve ser representativa de todo o lote de material e deve chegar ao laboratório sem sofrer alterações.

Amostragem de silagens:

Uma amostra de 500 g tirada de um silo com 1000 ton. de silagem representa 0.5 ppm; se retirarmos uma amostra de 500 g por mês durante um ano, a amostra total será ainda de apenas 6 ppm. O valor em ppm enfatiza que, nestas situações, a amostra representa uma porção muito pequena do alimento.

Um programa de alimentação animal bem conduzido exige, no mínimo, amostragens e testes mensais das forragens. Se um volume de silagem for amostrado na época em que já estiver sendo utilizado, provavelmente todo o material, ou grande parte dele, terá sido consumido antes que a análise volte do laboratório, recomenda-se portanto que as forragens sejam amostradas e analisadas com antecedência, para para que se possa ter os dados para a programação das rações a serem fornecidas no futuro. Para a silagem a primeira amostragem deve ser feita quando a forragem está sendo ensilada.

O método prático de amostragem durante a ensilagem consiste em coletar uma mão cheia (1 a 2 Kg) de forragem de cada carreta, colocar em um saco plástico e conservar em um lugar

fresco; no final de cada dia de enchimento do silo, mistura-se as amostras coletadas, remove-se novamente uma mão cheia do material, coloca-se em um saco plástico e estoca-se em freezer. Quando a colheita de uma gleba de forragem estiver terminada, mistura-se as sub-amostras diárias coletadas anteriormente e retira-se 1 kg para análise (mantendo-se esta amostra congelada até ser mandada para o laboratório). A amostragem em silos horizontais deve ser feita com a coleta de material de locais bem distribuídos na face exposta da silagem (10 a 20 pontos, num total de aproximadamente 5 kg de silagem); após estas sub-amostras serem bem misturadas, retira-se uma amostra de aproximadamente 1 kg a ser enviada para o laboratório para análise. Se a análise não for feita imediatamente, a amostra deve ser resfriada rapidamente e para períodos mais longos de armazenamento, deve ser congelada.

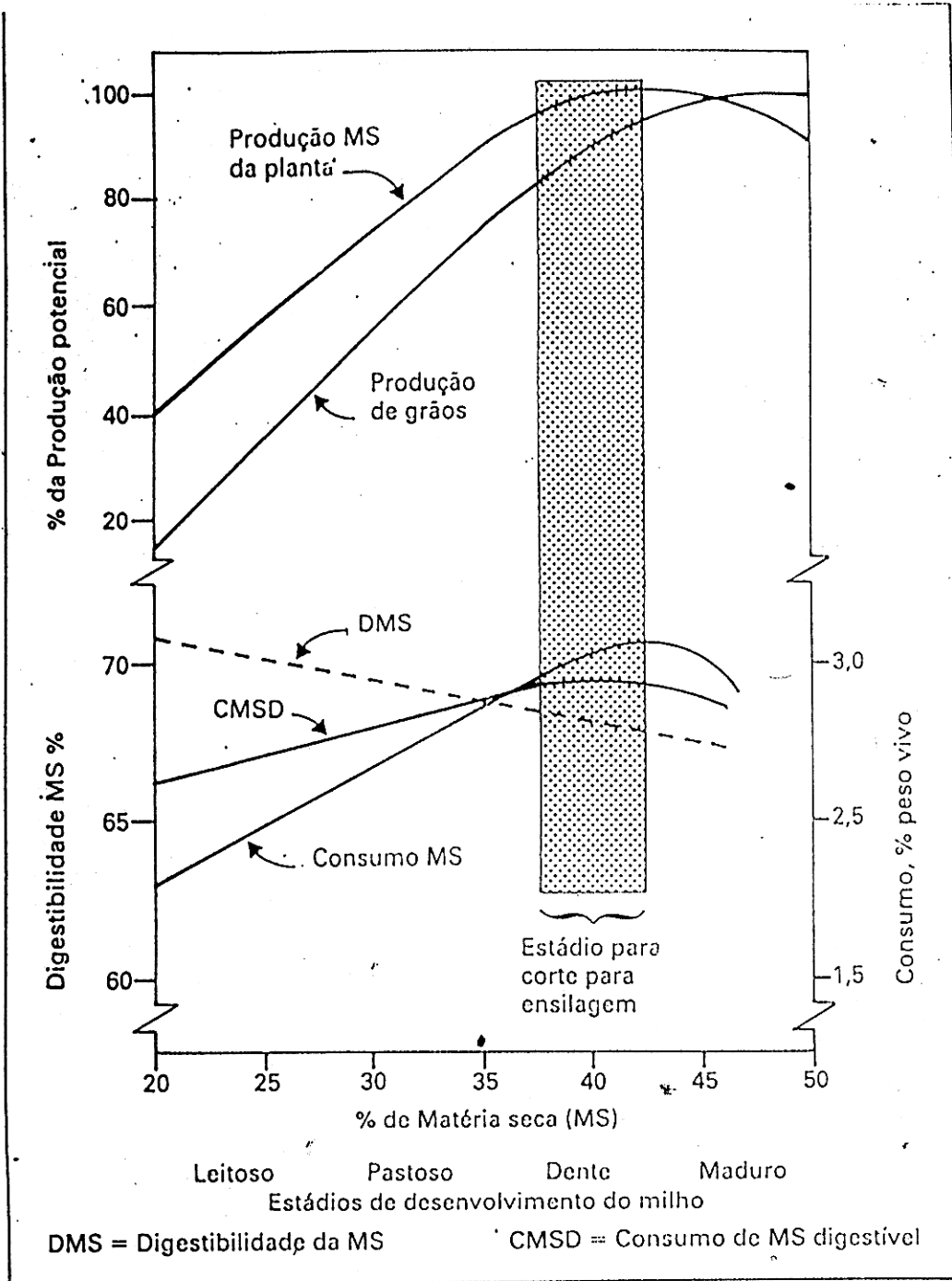
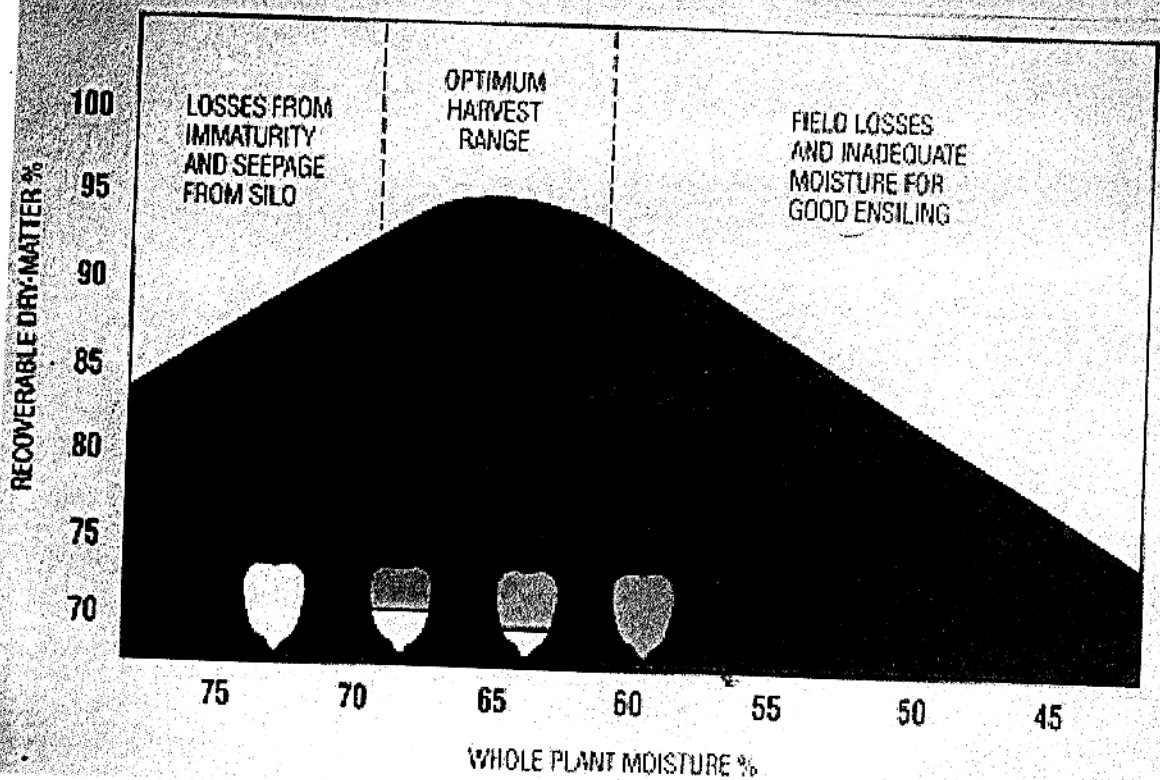
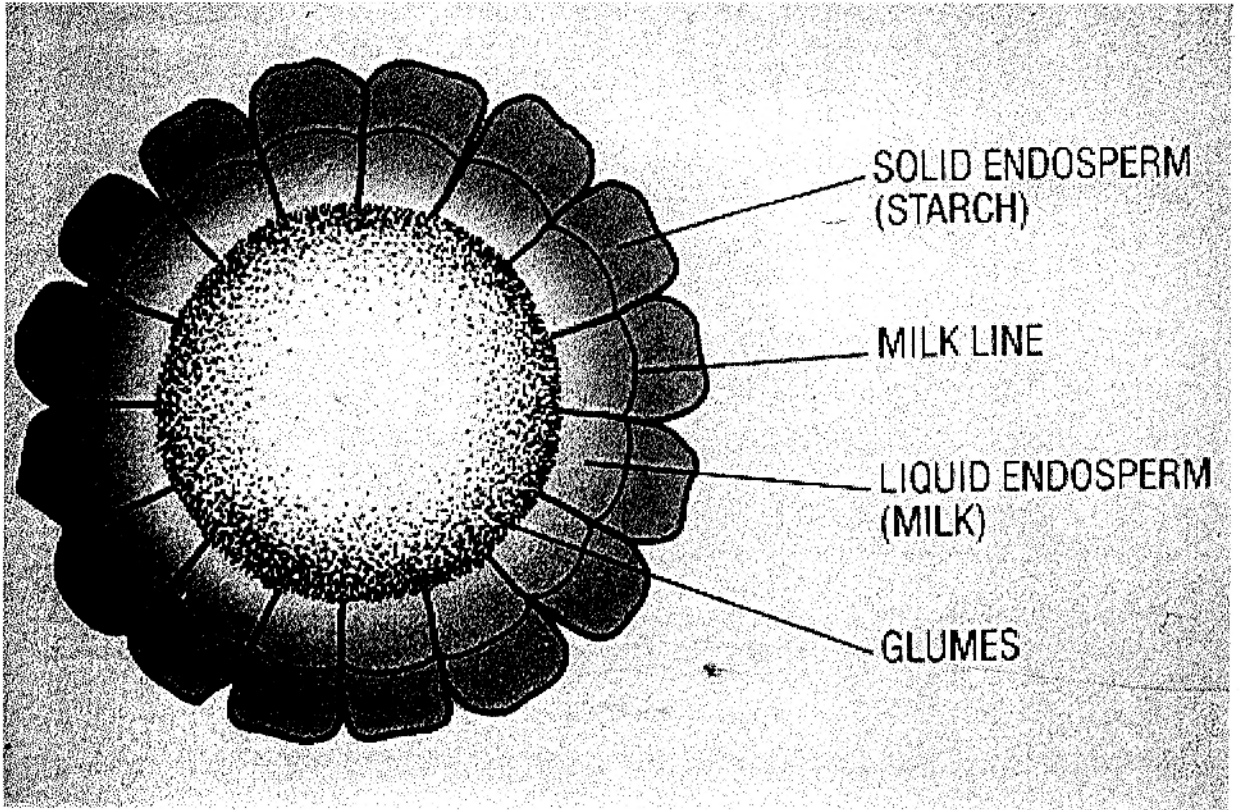


Figura 22. Produção, digestibilidade e consumo de silagem de milho em função do conteúdo de matéria seca no momento do corte, BLASER (1987).





SOLID ENDOSPERM
(STARCH)

MILK LINE

LIQUID ENDOSPERM
(MILK)

GLUMES

PERDAS DE ENERGIA E FATORES RESPONSÁVEIS :

Processos	Classificação	Perdas (% M.S.)	Fator
Respiração residual	Inevitável	1 -2	Enzimas das plantas
Fermentação	Inevitável	2 -4	Microorganismos.
Efluentes ou Perdas no campo por pré- secagem	Mutuamente Inevitáveis	5 - > 7 ou 2 - > 5	Conteúdo M.S. Clima; Manejo ; Cultura
Fermentação secundária	Evitável	0 - > 5	Cultura ; ambiente no silo ; % M.S.
Deterioração aeróbica durante estocagem	Evitável	0 - > 10	Tempo de enchimento; densidade; silo; vedação; cultura
Deterioração aeróbica depois descarregamento	Evitável	0 - > 15	% M.S. ; Técnica de descarregamento ; clima
TOTAL		7 - > 40	

McDonald, The biochemistry of silage. pag, 169

Análise comparativa da produção de milho (Adaptado de Inf. Agroeccon., 1990).

	Silagem		Grãos produz.	
	% grãos massa baixa	alta	baixa	alta
% grãos	33	43	--	--
Prod. MO (t/ha)	<u>50</u>	<u>42</u>	--	--
Prod. MS (t/ha)	<u>14,5</u>	<u>14,7</u>	--	--
% MS	<u>29</u>	<u>35</u>	--	--
Prod. grãos (t/ha)	4,8	6,3	4,5	6,3
% NDT	<u>63</u>	<u>74</u>	85	85
E.L. (Mcal/kg MS)	1,39	1,62	2,05	2,05
Prod. MCal EL/ha	20155	23814	9225	12915
Preço \$*/t MO	28	30	158	133
Cr\$ 1000/ha	98,0	88,2	53,1	58,8
Cr\$/Mcal EL	3° <u>4,86</u>	1° <u>3,70</u>	4° <u>5,76</u>	2° <u>4,55</u>
Cr\$/kg MS	6,75	6,00	11,80	9,33
Cr\$/kg MO	1,96	2,10	11,06	8,65

* Taxa de câmbio \$ dólar = Cr\$ 70,00 (25/08/90)

MO = mat. original; MS = mat. seca; EL = energia líquida

Estimativa do custo de produção de silagem de milho.

Item	Participação percentual			
	A	B	C	D
Máquinas, implementos combustíveis, M.D.O. máq.	43,50	68,50	53,23	56,73
Fertilizantes	32,20	18,60	27,67	24,02
Sementes	12,00	4,60	4,65	5,10
Controle pragas/daninhas	9,50	8,30	---	---
Custo de oportunidade capital	2,50	---	---	---
M.D.O. cultivo/ensilagem	---	---	14,45	14,15
TOTAL	100	100	100	100

A - Adaptado de NOTT & HILLMAN (1975)

B - Informe Agroeconômico (PLANO, 1990)

C - Dados da região Guaxupé-MG (CAMARGO, s/d) 33 t/ha - 300m do silo

D - Dados da região Guaxupé-MG (CAMARGO, s/d) 41 t/ha - 2000m do solo

DIMENSIONAMENTO DE SILOS

- 100 cabeças - densidade : 650 Kg/ m³ - altura : 2,5 m
- 180 dias - retirada : 15 cm / dia - B = b + 15 a 20 % (B = 1,2 b)
- 30 Kg/ cab/ dia

$$Q \text{ dia} = 100 \times 180 \times 30 = 540000 \text{ Kg} \text{ ou } 540 \text{ t}$$

$$Q \text{ total} = Q \text{ dia} + 20 \% = 648 \text{ t}$$

$$V \text{ silo} = Q \text{ total} / \text{densidade}$$

$$V \text{ silo} = 648 / 0,65 \text{ t m}^3 = 997 \text{ m}^3$$

$$V \text{ dia} = \frac{(100 \text{ cab.} \times 30 \text{ kg}) + 10 \%}{0,65 \text{ t / m}^3} = \frac{3,3 \text{ t}}{0,65} = 5,1 \text{ m}^3 / \text{dia}$$

$$S \text{ face} = V \text{ dia} / \text{retirada} = 5,1 \text{ m}^3 / 0,15 \text{ m} = 34 \text{ m}^2$$

$$S = \frac{(B + b) \times h}{2}$$

$$34 \text{ m}^2 = (B + b) \times 2,5 \text{ m}$$

$$\frac{34 \text{ m}^2 \times 2}{2,5 \text{ m}} = 1,2 b + b$$

$$27,2 \text{ m} = 2,2 b$$

$$b = 12,36 \text{ m} \Rightarrow B = 15,6 \text{ m} \text{ MUITO LARGO}$$

$$\text{OPÇÃO: } B \text{ e } b \text{ divididos por } 2 \Rightarrow S = 17 \text{ m}^2$$

Retirada diária dobrada ou seja = 30 cm

Comprimento do silo - C silo :

$$V \text{ silo} = S \times C \text{ silo}$$

$$C \text{ silo} = \frac{V \text{ silo}}{S}$$

$$C \text{ silo} = \frac{997 \text{ m}^3}{17 \text{ m}^2} = 58 \text{ m} \Rightarrow 2 \text{ silos de } 30 \text{ m}$$