

PRINCÍPIOS DA PRODUÇÃO E MANEJO DE SILAGENS

André de Faria Pedroso
Pesquisador, Doutor; Embrapa Pecuária Sudeste

I. Introdução

Os bovinos precisam de um suprimento contínuo de alimento de boa qualidade para que possam expressar seu potencial de produção de carne ou leite, contribuindo para a eficiência dos sistemas de criação. No entanto, em grande parte do Brasil ocorre variação na produção e na qualidade das pastagens de acordo com a época do ano, devido a fatores climáticos, como: luminosidade, precipitação, temperatura, secas, chuvas excessivas, e também pragas e doenças. Processos de conservação, como a ensilagem e a fenação, visam minimizar os efeitos da estacionalidade de produção das pastagens, permitindo que forragens produzidas na estação mais propícia do ano sejam armazenadas para serem utilizadas nas épocas de escassez. Além disso, a conservação de forragens contribui para a viabilização de grandes confinamentos de bovinos de corte e de sistemas de confinamento de vacas leiteiras de alta produção.

II. Princípios da conservação de forragens

Na conservação de forragens, busca-se criar condições em que as características químicas e físicas do alimento, ou seja, seu valor nutritivo seja preservado. Deve-se levar em conta, no entanto, que as perdas durante o processo de conservação podem, e devem ser minimizadas, mas não podem ser totalmente eliminadas.

Durante a conservação, duas medidas básicas devem ser tomadas:

- Evitar a atividade de enzimas das células da forragem
- Evitar a ação de agentes externos: bactérias, mofo, leveduras, insetos, roedores, etc

Enzimas são substâncias necessárias aos mais diversos processos bioquímicos de células vegetais e animais, mas que, têm caráter negativo na conservação de alimentos, porque causam decomposição de substâncias nutritivas. Proteases e enzimas respiratórias degradam, respectivamente, proteínas e açúcares.

Enzimas, bem como bactérias e fungos, são sensíveis a mudanças de temperatura, de pressão osmótica, de pH e de teor de umidade. Os diversos métodos de conservação de alimentos, como a salga, o resfriamento, a irradiação, a secagem, a acidificação e a

ensilagem, utilizam-se do controle desses fatores, com vistas à supressão da atividade de enzimas e microorganismos:

- A fenação utiliza-se da desidratação ou secagem da forragem, que aumenta a pressão osmótica e diminui a “atividade de água” do material.
- A ensilagem promove a conservação da forragem pela acidificação e abaixamento do pH, na ausência de oxigênio.

III. Tecnologia da produção de silagens

3.1. Definições:

“Silagem é o material produzido pela fermentação de forragens com alta umidade”.

“Ensilagem é a preservação de forragens em um meio ácido livre de oxigênio”.

“O processo básico de ensilagem consiste em abaixar o pH da forragem, de 6,5 para menos de 4,0, através da conversão de açúcares a ácidos, principalmente ácido láctico, através do desenvolvimento das bactérias lácticas”.

A maior parte dos materiais “biológicos” pode ser conservada pela ensilagem, entre eles, plantas forrageiras, subprodutos e resíduos da agroindústria. A qualidade da silagem irá depender da qualidade da matéria prima utilizada, principalmente da sua “ensilabilidade”, do uso eventual de aditivos e do manejo da ensilagem.

3.2. Características das forragens relevantes ao processo de ensilagem

A composição química e microbiológica das forragens (resíduos e subprodutos) têm grande efeito sobre a sua ensilabilidade. Os componentes mais importantes são:

- Teor de umidade
- Quantidade e qualidade dos carboidratos
- Teor de proteínas
- Poder tampão
- População de microorganismos epífitos

Teor de umidade:

O teor de umidade é um fator preponderante na determinação da qualidade fermentativa das forragens, sendo que existe um conteúdo ótimo de umidade para o desenvolvimento das bactérias desejáveis, produtoras de ácido láctico (homoláticas). Se o

material for muito seco, haverá dificuldade de compactação e o desenvolvimento de mofos e leveduras será favorecido. Se a umidade for muito alta, haverá predomínio da fermentação butírica (desenvolvimento de clostridia) e produção de efluentes. O teor de umidade também afeta a concentração de outros componentes da forragem, como os açúcares, que são essenciais ao desenvolvimento das bactérias lácticas. O teor de umidade pode ser controlado, pela secagem, adição de água e aditivos. O teor de umidade recomendado à ensilagem é relativamente variável, mas normalmente situa-se entre 30 e 42%.

Carboidratos:

Os carboidratos das forragens podem ser classificados como: estruturais, de reserva e solúveis em água:

- Carboidratos estruturais: componentes da parede celular (celulose, hemicelulose e pectina),
- Carboidratos de reserva: amido e frutose
- Carboidratos solúveis em água: glicose, frutose, sacarose.

Coletivamente chamados de açúcares, ou carboidratos solúveis em água, são o nutriente básico dos microorganismos envolvidos no processo de ensilagem. Seu conteúdo nas forragens varia com a espécie da planta forrageira, entre os cultivares, com o estágio de maturidade, com o clima e até com a hora do dia. De forma geral, considera-se que para que ocorra fermentação láctica adequada à conservação da silagem, a forragem deve conter no mínimo de 16 a 15% de carboidratos solúveis na matéria seca (MS). O teor de açúcares necessário a uma boa fermentação depende, no entanto, do poder tampão e da umidade da forragem. Quanto maior a umidade e o poder tampão da planta, maior o teor de açúcares necessário para uma boa fermentação. O milho, por exemplo, se tiver 20% de matéria seca deverá ter 14% de carboidratos solúveis, para que a intensidade de fermentação seja suficiente para o abaixamento do pH da silagem a níveis adequados, mas se tiver 35% de matéria seca necessitará de apenas 5% de carboidratos solúveis. A alfafa, com o mesmo teor de matéria seca (35%) necessitará de 14% de carboidratos solúveis para suficiente fermentação, por ter maior poder tampão.

Proteínas:

Durante a ensilagem, uma grande parte da proteína das forragens (30 a 50%) é transformada em compostos nitrogenados solúveis, como a amônia, nitratos, nitritos, aminoácidos livres e peptídeos. A solubilização das proteínas ocorre devido à atividade de enzimas das plantas (proteases) que são liberadas quando as paredes celulares são rompidas durante o corte e picagem. Baixo pH, alto teor de matéria seca e baixa temperatura diminuem a atividade enzimática e a solubilização da proteínas. Embora as

proteínas sejam essenciais à nutrição dos animais, podem ser um elemento negativo na ensilagem, devido ao seu poder tampão, que reduz a velocidade de queda do pH. Leguminosas, plantas no estágio inicial de crescimento e gramíneas de clima temperado normalmente têm maior teor de proteínas.

Poder tampão:

O “poder tampão”, ou capacidade tamponante, indica a intensidade com que a forragem resiste à mudança de pH durante a ensilagem. Quanto maior o poder tampão maior será a quantidade de ácido necessária para reduzir o pH da silagem, mais longo será o processo fermentativo, maior o consumo de carboidratos solúveis e maiores serão as perdas. Os principais responsáveis pelo poder tampão das forragens são ânions (sais de ácidos orgânicos, fosfatos, sulfatos, nitratos e cloretos), sendo que as proteínas respondem por 10 a 20% do poder tamponante total. O poder tamponante das leguminosas é aproximadamente três vezes maior do que o das gramíneas.

População de microorganismos:

Os microorganismos existentes na forragem no momento da colheita afetam o processo fermentativo e a qualidade da silagem. Os chamados microorganismos epífitos estão presentes em grande número e muitas espécies, variando de acordo com as condições climáticas e com o tipo de forragem. A temperatura, a umidade e a radiação solar são fatores que afetam o tamanho e a composição da população epífita.

Pouco pode ser feito para influenciar a população epífita, mas pode-se diminuir a contaminação com microorganismos indesejáveis evitando-se que plantas invasoras, material orgânico em decomposição e solo sejam colhidos juntos com a forragem a ser ensilada. Deve-se também buscar condições que favoreçam o desenvolvimento dos microorganismos desejáveis, colhendo-se plantas com teor correto de matéria seca, picando e compactando adequadamente o material e, eventualmente, utilizando aditivos.

3.3. Fases do processo de ensilagem

- Fase de atividade enzimática após o corte e picagem:

As células vegetais continuam o processo de respiração após o corte e a picagem das plantas forrageiras. A respiração consiste na degradação oxidativa (na presença de oxigênio) de compostos orgânicos, principalmente açúcares, para produção de energia para o “crescimento” celular. Na planta, após a colheita, as reações de biosíntese são limitadas e praticamente toda a energia proveniente da oxidação dos açúcares é perdida na forma de calor. A respiração das células da planta continua enquanto as condições forem favoráveis

(pH alto, presença de oxigênio e de substrato). Altas taxas de respiração são associadas a umidade e temperatura elevadas e representam perda de compostos nutritivos.

Após a colheita, ocorre também a rápida hidrólise de ligações peptídicas de proteínas (proteólise) por enzimas presentes nas células da planta, gerando compostos nitrogenados não-protéicos solúveis, como amônia, nitratos, nitritos, aminoácidos livres e peptídeos. O processo pode reduzir em 50 a 60% o teor de proteínas na forragem, e depende da velocidade de queda do pH, do teor de matéria seca da forragem e da temperatura.

A picagem da forragem promove o rompimento das células da planta, liberando enzimas, como amilase e hemicelulase, que degradam amido e hemicelulose, aumentando a concentração de açúcar no material ensilado.

- Fase aeróbia:

A respiração das células da planta e a proteólise continuam após a colocação da forragem no silo, enquanto houver presença de oxigênio e pH elevado. Nessas condições, haverá também o desenvolvimento de bactérias aeróbias e microorganismos aeróbios facultativos (leveduras, mofo e certas bactérias), o que contribui para a perda de açúcares e redução do valor energético da forragem. Estes microorganismos, e as células da planta, competem, por açúcares, com as bactérias produtoras de ácido láctico (responsáveis pela acidificação e estabilização da silagem). Se a fase aeróbia for prolongada, haverá o desenvolvimento intenso de leveduras e mofo, podendo resultar no aquecimento excessivo da silagem, predispondo-a a ser pouco estável após a abertura. O aquecimento excessivo da silagem (42 – 44°C) pode resultar em reação de Maillard, que consiste na polimerização de açúcares e aminoácidos, com redução na digestibilidade da proteína (nitrogênio ligado à FDA) e no valor nutritivo da silagem.

- Fase anaeróbia ou de fermentação:

Quando a condição anaeróbia (ausência de oxigênio) é alcançada na silagem, diversos processos são iniciados. As células vegetais começam a se romper e a liberar conteúdo celular e enzimas benéficas (amilase e hemicelulase) e prejudiciais (proteases), liberando açúcar para fermentação (aspecto positivo) e solubilizando proteínas (aspecto negativo). Nesta fase ocorre a produção de efluentes, quando a forragem possui menos de 30% de matéria seca. Efluentes são fonte de perda de componentes nutritivos solúveis e podem ser importante fonte de poluentes.

Nesta fase inicia-se a multiplicação dos microorganismos anaeróbios, sendo que os mais relevantes ao processo de ensilagem são as bactérias homoláticas (produtoras de ácido láctico), as enterobactérias, as leveduras e clostridia. Os microorganismos mais importantes para o processo de ensilagem são as bactérias homoláticas, já que o acúmulo

deste ácido na silagem causa o rápido abaixamento do pH e estabilização da silagem. As bactérias anaeróbias fermentam basicamente açúcares (degradação de hexoses na ausência de oxigênio) podendo produzir apenas ácido lático (homoláticas) ou também ácido acético e etanol (heteroláticas), além de dióxido de carbono e traços de outros compostos. Por ser o ácido lático mais forte do que o ácido acético, as bactérias homoláticas são, normalmente, mais desejáveis do que as heteroláticas, já que a fermentação homolática resulta em pequena, ou nenhuma, perda de matéria seca e pequena perda de energia.

A queda acentuada do pH, promovida pelo ácido lático, reduz a atividade das enzimas proteolíticas e inibe o desenvolvimento de enterobactérias e clostridia, que são bactérias indesejáveis, produtoras de ácido acético e ácido butírico, num processo que resulta em perdas de matéria seca e redução da palatabilidade das silagens.

Para que seja favorecido o desenvolvimento das bactérias homoláticas, e rápida estabilização da silagem, além de se buscar a rápida exclusão do oxigênio da massa ensilada (pelo rápido enchimento do silo e intensa compactação da forragem) é importante que as forragens sejam ensiladas com teor de matéria seca acima de 30%.

- **Fase estável:**

Após o abaixamento do pH, causado pelo desenvolvimento das bactérias lácticas durante a fase anaeróbia, o material ensilado entra na fase estável, onde ocorre pequena atividade biológica, se o silo for corretamente vedado. Nesta fase pode ocorrer uma lenta degradação da hemicelulose e liberação de açúcares.

A permeabilidade do silo ao oxigênio e a densidade da silagem, são os principais fatores que irão afetar a qualidade da silagem estocada. Se houver penetração de oxigênio, haverá condição de desenvolvimento de leveduras e mofos, com perda de matéria seca e deterioração da silagem. O oxigênio pode penetrar pela cobertura plástica, mas numa taxa muito lenta, no entanto, rachaduras nas paredes do silo e furos na lona plástica permitem a entrada de ar em grande quantidade.

Silagens são alimentos relativamente caros, e requerem muito trabalho para serem produzidas, portanto, todo esforço deve ser despendido para se evitar que animais ou pessoas possam causar danos à lona plástica de cobertura dos silos. Pequenos furos na lona podem levar a grandes perdas de silagem e grandes buracos podem causar perda de toda a silagem estocada. Além disso, o fornecimento de silagens deterioradas, nem sempre visivelmente detectáveis, pode causar intoxicação e morte de animais e pessoas.

3.4. Etapas da produção de silagens

- **Colheita:**

O momento da colheita de uma forragem destinada à ensilagem depende do estágio de maturidade das plantas e de considerações de manejo. O objetivo deve ser obter máxima produtividade da cultura, sem prejudicar a qualidade da silagem. Normalmente, a produtividade aumenta e a digestibilidade da forragem diminui com a maturação.

A colheita de plantas muito jovens normalmente leva a uma fermentação indesejada (butírica) e à produção de efluentes na silagem. Pode ocorrer também, aumento do tempo de pré-secagem, quando for o caso, e perdas no potencial de produção das plantas forrageiras. Por outro lado, se as plantas forem colhidas excessivamente maduras, podem apresentar digestibilidade reduzida e as perdas de material no campo tendem a ser acentuadas. Haverá ainda, dificuldades na compactação, o que pode resultar em aquecimento excessivo e ocorrência de mofos na silagem.

Para cereais, como o milho e sorgo, o ponto de corte é determinado normalmente pelo grau de maturidade dos grãos e para leguminosas depende da taxa de florescimento. Na determinação do ponto de corte dos capins, busca-se obter o equilíbrio entre digestibilidade e produtividade, o que normalmente ocorre entre 45 e 60 dias, para as gramíneas de clima tropical.

O momento do corte depende da fisiologia das plantas que por sua vez é afetada pela temperatura, umidade e fertilidade do solo, comprimento do dia, doenças, etc.

A operação de ensilagem é bastante complexa e, portanto, para se definir o momento do corte deve-se levar em consideração, além das características das plantas, a necessidade de sincronização das diversas atividades (corte, transporte, compactação, etc.), a disponibilidade de máquinas e pessoal, as condições do tempo, o escalonamento de plantio e de colheita, etc.

- **Pré-secagem (opcional):**

A “pré-secagem” visa aumentar o teor de matéria seca da forragem no campo, até níveis que favoreçam o desenvolvimento das bactérias lácticas, inibam o desenvolvimento de clostridia e impeçam, ou diminuam, a produção de efluentes. Na pré-secagem, juntamente com os efeitos positivos, como o aumento do teor de matéria seca e aumento na concentração de carboidratos solúveis, ocorrem aspectos negativos derivados da respiração da planta e da ação de enzimas e mudanças na microflora epífita.

O tempo de pré-secagem é afetado por características das plantas (maturidade, presença de cera nas folhas, grossura das hastes), de clima (vento, umidade do ar e do solo, radiação solar) e de manejo (número de revolvimentos, espessura da camada de

forragem, etc.). Capins com talos grossos como o capim Napier apresentam resistência à perda de água, mas capins de talos finos, como o capim Tanzânia, podem ter seu teor de matéria seca aumentado em oito unidades percentuais após seis horas de secagem ao sol.

- **Picagem:**

O tamanho de partículas, resultante do processo de picagem, tem efeito sobre a ensilabilidade da forragem e sobre aspectos nutricionais da silagem. A redução no tamanho das partículas favorece a compactação de materiais muito secos e a ingestão de partes mais fibrosas das plantas, como hastes, brácteas (palhas) e sabugos pelos animais, mas representa maior gasto de energia e desgaste das máquinas.

Normalmente o tamanho de partículas situa-se entre 8 e 25 mm. Picagem excessiva (difícil de ocorrer com forragens e equipamentos utilizados no Brasil) pode ser um problema para animais recebendo silagem como único volumoso, já que bovinos necessitam de certa percentagem de fibra longa (10 mm) na dieta. Por outro lado, a picagem em partículas excessivamente grandes resultará em dificuldade de compactação da forragem no silo, prejudicando o processo de fermentação e conservação da silagem. Silagens muito grosseiras permitem a seleção de partes mais tenras e grãos pelos animais, o que pode levar à ingestão de uma dieta desbalanceada e à incidência de doenças metabólicas (acidose, laminite).

Para que o tamanho das partículas seja adequado, deve-se cuidar para que as facas de corte das máquinas colhedoras estejam sempre amoladas.

- **Transporte:**

O custo do transporte da forragem picada, do campo de produção até o silo, pode representar até 50% do custo total da silagem. Deve-se considerar a distância a ser percorrida entre o local de colheita e o silo e a capacidade de carga dos veículos (caminhões e carretas) para se adequar a quantidade de veículos necessários, de forma que o espaço de tempo entre o corte e a compactação da forragem no silo seja o menor possível.

- **Compactação:**

A compactação tem a função de retirar o ar de entre as partículas de forragem colocadas no silo. Em forragens mal compactadas o oxigênio permitirá que o processo de respiração da planta e a ação de microorganismos aeróbios continuem por um tempo excessivo, aumentando as perdas, ou mesmo causando a deterioração completa de parte ou mesmo de toda a forragem. Camadas mal compactadas, ou “bolsões” de ar, permitirão o

desenvolvimento de fungos, perdas de nutrientes por respiração, sofrerão aquecimento excessivo e imobilização da proteína. Quando o desenvolvimento de fungos for intenso, porções de silagens mal compactadas, serão caracterizadas pela cor esbranquiçada.

A qualidade da compactação é dependente do teor de matéria seca da forragem, do tamanho de picagem, do tipo de silo e de trator utilizado na compactação. Em silos tipo “torre”, a compactação resulta do próprio peso da forragem, mas em silos tipo “trincheira”, a compactação é feita por tratores, sendo que o efeito da compactação é efetivo apenas na camada superior, de 30 a 50 cm de espessura, de forma que a compactação deve ser feita de forma constante, à medida que a forragem é colocada no silo. É praticamente impossível melhorar a compactação de uma camada que não tenha sido compactada adequadamente, e que já tenha sido coberta por camadas subsequentes. Desta forma, a velocidade de chegada de forragem ao silo deve ser compatível com a capacidade de compactação.

A compactação deve ser feita com trator pesado de pneus, e nunca com trator de esteira, sendo que a largura do silo deve ser no mínimo o dobro da largura do trator, para se evitar que a parte central do silo fique sem compactar. Silos trincheira devem ser cheios no sistema de rampa, para que haja menor superfície de exposição da forragem ao ar (Figura 1). A parte superior do silo deve ficar com um formato abaulado, para impedir o acúmulo de água da chuva, e também para se aumentar a capacidade de estocagem do silo.

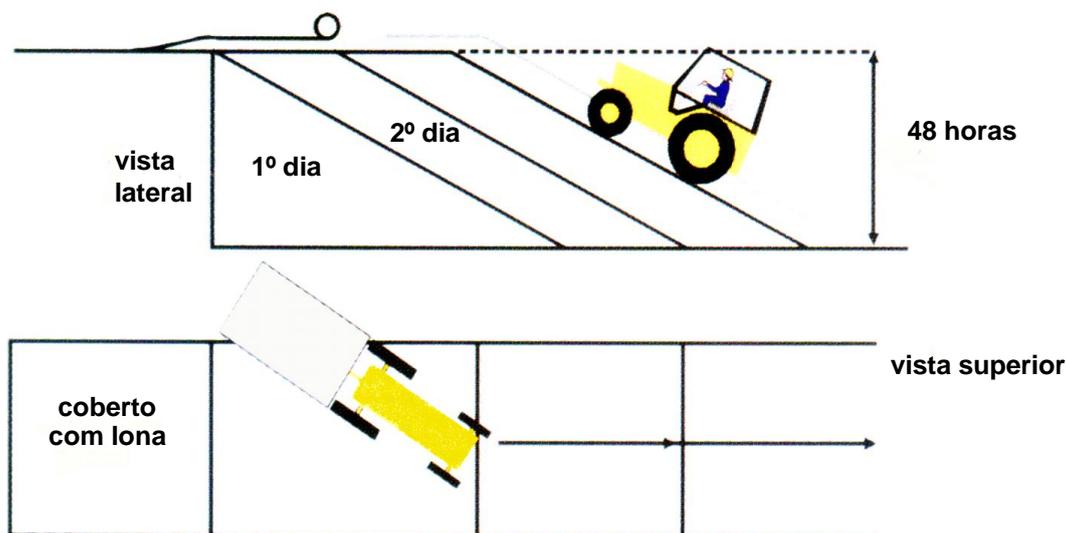


Figura 1. Método de enchimento de silos trincheira “em rampa”

- Vedação (cobertura)

O processo de fermentação, acidificação e subsequente estabilização da silagem, dependem de um ambiente livre de oxigênio. Qualquer problema na vedação que permita a entrada de ar causará perdas. Na presença de pequena concentração de oxigênio (menos de 1%) os microorganismos aeróbios tornam-se ativos e causam deterioração da silagem. Deve-se evitar rachaduras e frestas nas paredes dos silos e furos na cobertura plástica. As

lonas plásticas devem possuir proteção contra radiação ultravioleta e espessura entre 0,15 a 0,2 mm.

Cuidado deve ser tomado para que materiais colocados sobre a lona, para aumentar o contato desta com a silagem, não se transformem em refúgios de roedores e locais de proliferação de pernilongos. Muitas das vezes, a colocação de materiais, sobre a lona, como terra, pneus e capim, tem efeito inverso ao desejado, causando danos à lona e aumento da mão de obra para retirada da silagem.

- **Retirada da silagem**

Após a abertura do silo e durante o período de utilização da silagem, todas as medidas tomadas para evitar a exposição da silagem ao ar são anuladas. Processos negativos, penosamente evitados durante a ensilagem, podem voltar a ocorrer, principalmente o crescimento da população de leveduras e mofos, que podem se desenvolver utilizando açúcares residuais e produtos da fermentação, como os ácidos acético e láctico.

Para se reduzir o problema de exposição ao ar, a silagem deve ser retirada sem que sua estrutura seja abalada e sem a formação de “escada”. O dimensionamento do silo deve ser feito de forma que, diariamente seja retirada uma fatia de, no mínimo, 30 cm de espessura, toda a face exposta da silagem. Se a profundidade de penetração do ar for maior do que a espessura da camada de silagem retirada diariamente, a silagem fornecida aos animais será sempre uma silagem deteriorada. O processo de deterioração da silagem é caracterizado pela elevação da temperatura, devendo-se lembrar que as porções nutritivas da forragem são consumidas, aumentando a concentração de lignina e cinzas. A intensidade e susceptibilidade da silagem à deterioração irão depender tipo de fermentação, do material original, da quantidade de açúcar residual, da presença de contaminantes, do processo de ensilagem (tamanho de partículas, intensidade da compactação e eficiência da vedação), das condições de ambiente (temperatura e umidade) e do uso de aditivos (uréia, inoculantes, etc.)

O tempo total de exposição da silagem ao ar, compreende o período entre o momento de exposição no silo até que o momento da ingestão pelo animal. O intervalo de tempo entre a retirada da silagem do silo e seu fornecimento aos animais deve ser o mais curto possível. A retirada da silagem com antecedência consiste em grave erro de manejo, pois a silagem exposta ao ar encontra-se em processo de deterioração, com perda de valor nutritivo, podendo conter grande população de mofos e leveduras. A presença de mofos representa risco de intoxicação dos animais por toxinas.

3.5. Principais plantas forrageiras para ensilagem no Brasil

- Milho:

O milho é considerado a planta forrageira ideal, ou “quase perfeita”, para ensilagem. Apresenta alto potencial de produção de massa (12 a 18 t MS/ha, ou mais) e teores de matéria seca (entre 28 e 42%) e açúcares solúveis (9 a 27% da MS) adequados à fermentação, além de baixo poder tampão. Existe, no entanto, grande variação na composição do milho (Tabela 1) levando à necessidade de escolha criteriosa, levando em conta o valor nutritivo e a ensilabilidade de cada híbrido. De forma geral, silagens de milho bem conduzidas são alimentos ricos em energia (Tabela 2), mas o teor de proteínas é normalmente baixo (7%), de forma que dietas com silagem de milho devem ser corrigidas quanto a este aspecto, para que o desempenho animal possa ser adequado.

Tabela 1. Variação na composição de híbridos de milho colhidos para ensilagem.

Parte da planta	Variação (% MS)
Grão	15 - 60
Folha	15 - 25
Haste	20 - 40
Sabugo	6 - 10
Palha	6 - 8

Tabela 2. Variação na composição de silagens de milho.

Nutriente (% na MS)	Média	Variação
Proteína bruta*	8	6 - 17
FDA*	28	20 - 40
FDN*	48	30 - 58
NDT*	67	55 - 75
Energia líquida lactação (Mcal/lb)	0,68	0.58 - 0.74

É importante que o milho seja colhido no ponto adequado de maturação para que a silagem tenha boa fermentação e alto valor nutritivo. O milho deve ser colhido quando apresentar entre 30 e 35% de matéria seca, o que se obtém quando os grãos encontram-se no estágio farináceo, ou seja, com a “linha do leite” entre 1/3 e 2/3 do grão (Figura 2). Isto geralmente ocorre 30 dias após o “ponto de pamonha”, sendo que as palhas externas das espigas normalmente já se encontram amareladas e os grãos do meio das espigas estão dentados. A “janela de corte” do milho, ou seja, o período em que as plantas encontram-se no estágio ideal para ensilagem, é de aproximadamente 10 dias, indicando um período

limitado de dias disponíveis para realizar a ensilagem, sem que ocorram perdas de qualidade e produtividade da silagem. O ponto ideal para corte do milho ocorre, normalmente, entre 95 e 115 dias de crescimento, variando de acordo com o híbrido e a região do país.

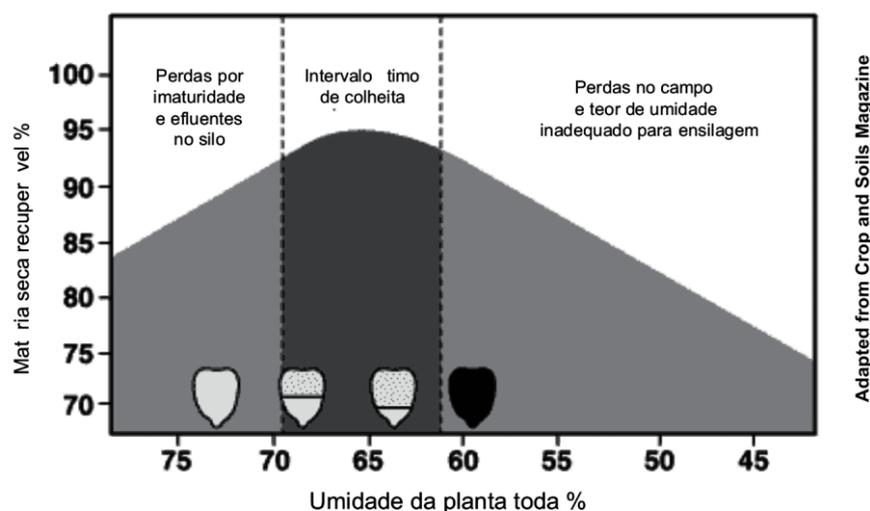


Figura 2. Recuperação de matéria seca de silagens de milho, de acordo com o teor de umidade na ensilagem.

A colheita do milho no ponto de pamonha (grãos leitosos) é extremamente prejudicial ao processo de ensilagem, pois o excesso de umidade favorece a fermentação butírica, com perdas de matéria seca e de qualidade da silagem, causando redução no consumo e no desempenho dos animais. Além disso, haverá perda significativa de nutrientes solúveis da silagem por efluentes e perda no potencial de produção de matéria seca da cultura.

- Sorgo:

O sorgo é considerado como sendo uma planta forrageira mais tolerante a condições adversas do que o milho. Apresenta maior resistência à acidez e salinidade do solo e ao “stress” hídrico moderado. Em lavouras bem conduzidas, há possibilidade de se obter um segundo corte, o que aumenta a produtividade da cultura (20 t MS/ha, ou mais). No entanto, devido ao menor tamanho das sementes, o sorgo exige maiores cuidados na preparação do solo e na semeadura, devendo-se tomar cuidado para que as sementes não fiquem em profundidade excessiva (mais de 2,5 cm).

O ponto de colheita do sorgo para ensilagem pode variar entre os diversos híbridos. De forma geral, o sorgo deve ser ensilado quando os grãos da parte mediana das panículas encontram-se no estágio farináceo-pastoso (90 e 110 dias de crescimento), com uma “janela de corte” mais ampla que a do milho (na ordem de 15 a 20 dias) (Figura 3).

A ausência de palhas e sabugos, faz com que o sorgo apresente maior facilidade de picagem, em relação ao milho, resultando em menor tamanho médio de partículas e

partículas mais uniformes, o que favorece a compactação e evita o “consumo seletivo” do alimento pelos animais.

OBS: A coloração das folhas não deve ser levada em consideração na determinação do momento de colheita do milho e do sorgo para ensilagem, já que as folhas mais velhas podem iniciar o processo de envelhecimento (senescência) prematuramente, devido à deficiência de nutrientes nas plantas, principalmente de potássio. Plantas bem nutridas de milho e sorgo, que possuam bom “stay-green”, devem manter todos os pares de folhas verdes no ponto de corte (grãos farináceos).

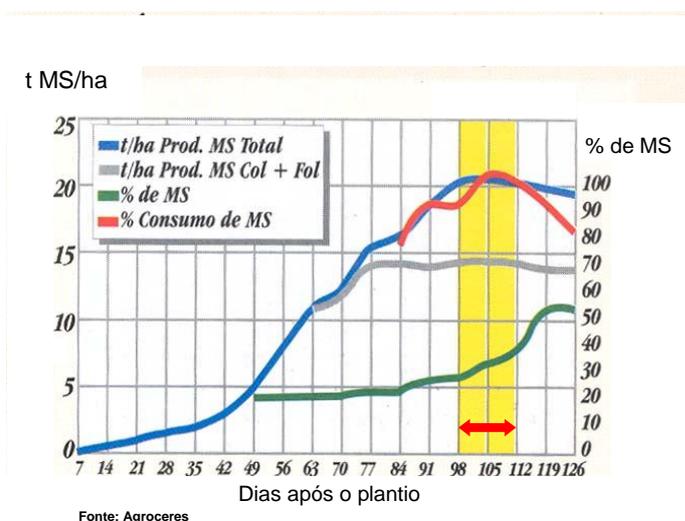


Figura 3. “Janela de corte” (área em amarelo), características de produção e qualidade de híbrido de sorgo.

- Capins tropicais

O desenvolvimento de máquinas mais eficientes, para colheita e picagem, tem incentivado o crescimento do número de produtores que utilizam a ensilagem de capins tropicais, seja para suplementação do gado na seca ou para o confinamento de bovinos de corte e de leite. A ensilagem é muitas das vezes utilizada para o aproveitamento do excesso de forragem das pastagens, mas o alto potencial de produção de massa dos capins tropicais (30 t MS/ha, ou mais), aliado ao menor risco de cultivo, quando comparado ao milho e ao sorgo, tem levado à implantação de áreas específicas de cultivo de capins para ensilagem. Por outro lado, a incapacidade dos produtores em atingir bons níveis de produtividade dos capins, aliada às perdas relativamente altas durante o processo de colheita e ensilagem, tem levado freqüentemente a resultados frustrantes, com a obtenção de silagens de má qualidade e de custo elevado.

Grande parte das perdas durante a ensilagem de capins tropicais pode advir de uma fermentação inadequada. Capins de clima tropical apresentam umidade excessiva e baixo teor de carboidratos solúveis no estágio de crescimento recomendado para corte (Tabela

3), no qual busca-se equilibrar uma boa produção de massa com boa qualidade da forragem. O alto teor de umidade favorece a fermentação butírica, com perdas de matéria seca e energia e redução no consumo da silagem, além de causar a produção de efluentes, que também são fonte de perdas de nutrientes da silagem.

Em silagens de capins tropicais, a maior fonte de perdas advém da produção de gases devido à fermentação butírica, caracterizada por perda de 51% da matéria seca e 18% de energia do substrato fermentado. Os baixos teores de carboidratos solúveis, normalmente encontrados nestes capins, restringem a fermentação láctica, de forma que a produção de ácidos é normalmente insuficiente para a conservação da silagem.

Portanto, para se obter silagens de capim de boa qualidade, há necessidade de utilização de aditivos que promovam o aumento do teor de matéria seca e aumentem a concentração de açúcares na massa ensilada. A adição de polpa cítrica peletizada (10% na matéria verde) tem sido utilizada com sucesso, para esse fim.

Tabela 3. Carboidratos solúveis de seis gramíneas tropicais

Espécie forrageira	Carboidratos solúveis (% MS)
<i>Andropogon gayanus</i>	6,30
<i>Brachiaria decumbens</i>	6,80
<i>Panicum maximum</i>	6,25
<i>Hyparrhenia rufa</i>	5,94
<i>Pennisetum purpureum</i>	11,44

Tosi, 1973.

- **Cana-de-açúcar**

Tradicionalmente, a cana-de-açúcar é colhida diariamente e fornecida fresca aos animais, pois tem a capacidade de manter seu valor nutritivo durante os vários meses que compreendem o período de escassez das pastagens na região sudeste. Atualmente, no entanto, observa-se o uso crescente da cana-de-açúcar na forma de silagem devido à busca pelos pecuaristas por melhor eficiência de colheita e manejo dos canaviais e dos rebanhos. A ensilagem tem sido ainda empregada quando ocorrem sobras nos canaviais ao final da safra, bem como solução de emergência na ocorrência de incêndios acidentais e geadas, para evitar a perda total da forragem.

Silagens de cana-de-açúcar apresentam, no entanto, intensa atividade de leveduras que convertem açúcares a etanol, dióxido de carbono e água. Teores de etanol na ordem de 8% a 17% da matéria seca têm sido relatados para cana-de-açúcar ensilada sem o uso de aditivos, resultando em perdas de até 29% da matéria seca durante o processo (Figura 4). Desta forma, a ensilagem da cana-de-açúcar sem nenhum método de controle do desenvolvimento de leveduras resulta em aumento no teor de fibras, diminuição da digestibilidade e perda acentuada de valor nutritivo da forragem.

As leveduras são também as maiores responsáveis pela perda de valor nutritivo da silagem após a abertura dos silos. A ação destes microrganismos, na presença de oxigênio, causa a rápida deterioração da silagem e elevação do pH, aumentando o risco de desenvolvimento de microrganismos patogênicos como a *Listeria monocytogenes*.

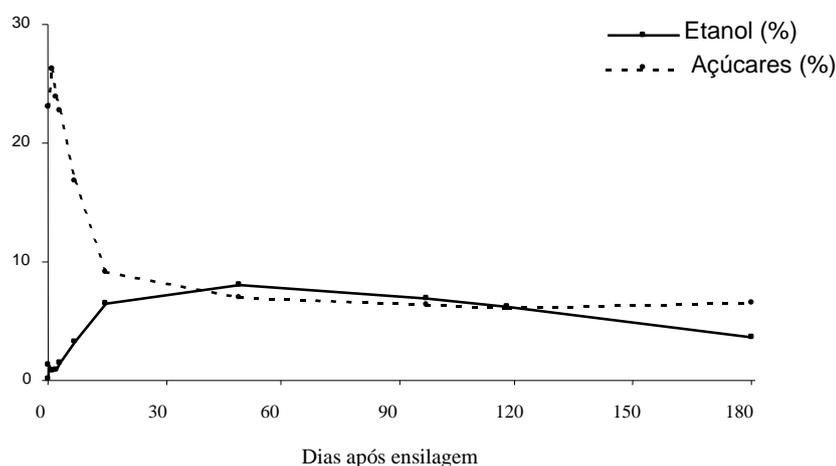


Figura 4. Variação na concentração de álcool e açúcares durante a ensilagem da cana-de-açúcar (valores em % na MS).

Pedroso, 2003.

Buscando viabilizar a ensilagem como forma de preservação da cana-de-açúcar, as instituições de pesquisas têm buscado meios efetivos de controle do desenvolvimento das leveduras, para redução da produção de etanol nestas silagens. Pesquisas constataram que a uréia, o benzoato de sódio, o sorbato de potássio e um inoculante contendo bactérias heterofermentativas produtoras de ácido acético (*Lactobacillus buchneri*) são capazes de reduzir o teor de etanol e as perdas durante em silagens de cana-de-açúcar (Tabela 4). O benzoato de sódio e o inoculante contendo *L. buchneri* resultaram também em aumentos na estabilidade aeróbia das silagens.

Tabela 4. Valores médios de alguns parâmetros observados, em dois experimentos, com o uso de ativos químicos e inoculantes bacterianos em silagens de cana-de-açúcar.

Silagem	MS (%)	pH	PB	Etanol	Perda gasosa (% da MS)	Perda total de MS (%)
Sem aditivo	26,7	3,67	3,9	3,9	8,2	12,5
Uréia 0,5%	27,0	3,74	8,7	3,3	6,8	12,4
Benzoato 0,1%	27,0	3,68	3,3	2,9	7,8	13,7
Sorbato 0,03%	28,7	3,68	3,7	2,4	7,0	11,4
<i>L. buchneri</i>	28,5	3,59	3,6	1,9	7,8	6,6
<i>L. plantarum</i>	26,8	3,57	4,3	8,7	11,4	14,6

Pedroso, 2003

Bovinos em crescimento, alimentados com dietas contendo aproximadamente 45% de silagem de cana-de-açúcar aditivadas com *L. buchneri*, apresentaram ganho de peso diário 32 % maior e melhor conversão alimentar, em relação aos animais alimentados com silagem não aditivada, consumindo 17,5% menos matéria seca por kg de ganho de peso vivo (Tabela 5). Animais alimentados com silagem tratada com benzoato de sódio também apresentaram melhor conversão alimentar, em relação aos animais alimentados com silagem sem aditivo. O desempenho dos animais alimentados com ração contendo silagem tratada com 0,5% de uréia não foi melhorado, mas tendo em vista que maiores concentrações de uréia resultaram em aumento da estabilidade aeróbica e diminuição das perdas durante a ensilagem, pesquisas continuam sendo realizadas para avaliar o desempenho de animais recebendo silagens tratadas com doses mais altas deste aditivo.

Tabela 5. Desempenho de novilhas da raça holandesa alimentadas com dietas contendo silagens de cana-de-açúcar aditivadas e sem aditivo.

Tipo de silagem na dieta	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Ganho diário (kg)	Consumo de MS (kg/dia)	Consumo de MS (% PV)	Conversão (Kg MS/kg GPD)
Silagem sem aditivo	387,3	443,5	0,94	8,72	2,15	9,37
Silagem c/ uréia	391,5	453,8	1,03	8,75	2,17	8,63
Silagem c/ benzoato	383,3	468,5	1,14	8,61	2,12	7,63
Silagem c/ <i>L. buchneri</i>	391,4	465,8	1,24	9,61	2,35	7,73

PV = peso vivo; GPD = ganho de peso diário
Pedroso, 2003.

Inoculantes contendo bactérias produtoras de ácido láctico e propiônico, como o *L. plantarum* e *Propionibacterium sp*, têm sido recomendados como aditivos para ensilagem da cana-de-açúcar sem o devido suporte de resultados de pesquisa. Experimentos com inoculantes contendo *L. plantarum*, realizados na ESALQ/USP e na Universidade Federal de Goiás, indicaram que o tratamento com esse produto pode ser prejudicial ao processo de ensilagem da cana-de-açúcar, resultando em aumento na concentração de etanol, maiores perdas durante a ensilagem e diminuição da estabilidade aeróbia das silagens.

Pesquisas para o desenvolvimento das técnicas de controle da produção de etanol e das perdas em silagens de cana-de-açúcar continuam a ser realizadas por diversas instituições. O conhecimento atual já permite a obtenção de silagens de melhor qualidade mas os produtores devem sempre procurar a orientação de técnicos que possam auxiliar na tomada de decisão no uso de aditivos, devendo levar em conta, entre outros fatores, o custo final da silagem aditivada.

VI. Bibliografia de referência

Ashbell, G. Technology of forage and by-products preservation. Ed. The Volcani Center Israel, September 2003, 107 p.

Balsalobre, M.A.A.; Nussio, L.G.; Martha Junior, G.B. Controle de perdas na produção de silagens de gramíneas tropicais. Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia 2001. Ed. Wilson Roberto Soares Mattos et al. Piracicaba: Fealq. 2001. p. 890-911.

Schroeder, J.W. Corn Silage Management. North Dakota State University. AS-1253, June 2004.

<http://www.ext.nodak.edu/extpubs/ansci/dairy/as1253w.htm>

Anais do 2º Workshop Sobre Milho para Silagem. Ed. Luiz Gustavo Nussio, Maity Zopollatto, José Carlos de Moura. Piracicaba: Fealq, 2001. 127 p.

Guia para Produção de Silagem - Agroceres. Sementes Agroceres S/A – Rua Eduardo Oliveira 940, CEP - 38400174. Uberlândia, MG

PEDROSO, A.F., Aditivos químicos e microbianos no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). 2003. 120p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba.

<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-23092003-141702/>