

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
FACULDADE DE LINGUAGEM, CIÊNCIAS AGRÁRIAS E SOCIAIS APLICADAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ZOOTECNIA

WILLIAM REZENDE SERVINO

PROCESSO DE ENSILAGEM (FERMENTAÇÃO MICROBIANA) DE PLANTAS
FORRAGEIRAS

PONTES E LACERDA – MT
JUNHO/2023

WILLIAM REZENDE SERVINO

PROCESSO DE ENSILAGEM (FERMENTAÇÃO MICROBIANA) DE PLANTAS
FORRAGEIRAS

“Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado a Coordenação do Curso de Graduação em Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências para obtenção do título de BACHAREL EM ZOOTECNIA”.

Orientador: Prof. Dr. LUIZ JULIANO
VALÉRIO GERON

PONTES E LACERDA – MT
JUNHO/2023

WILLIAM REZENDE SERVINO

PROCESSO DE ENSILAGEM (FERMENTAÇÃO MICROBIANA) DE PLANTAS
FORRAGEIRAS

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado a
Coordenação do Curso de Graduação em
Zootecnia da Universidade do Estado de Mato
Grosso, como parte das exigências para obtenção
do título de Bacharel em Zootecnia.

APROVADO EM:



Prof. Dr Luiz Juliano Valério Geron
Orientador/UNEMAT- Pontes e Lacerda

Documento assinado digitalmente
 TATIANI BOTINI PIRES
Data: 03/07/2023 06:22:32-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr^a Tatiani Botini Pires
Membro/UNEMAT- Pontes e Lacerda

Documento assinado digitalmente
 RAFAEL KILL SILVEIRA
Data: 01/07/2023 12:20:37-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr Rafael Kill Silveira
Membro/UNEMAT – Pontes e Lacerda

Data defesa: 20/06/2023 as 9:40 da manhã.

A Deus o senhor de todas as coisas e a minha família dedico de todo o meu coração.

AGRADECIMENTOS

A Deus e Nossa Senhora Aparecida, que tanto me abençoou me deu proteção, abençoando meus passos e sempre iluminando meus caminhos. Quero agradecer-me por ser persistente na tomada de decisão que escolhi, por mais que não está sendo fácil, e nunca vai ser fácil para ninguém, isso podemos crê, agradecendo também meus avós e pais que sempre me apoiaram no meu estudo, me deram força para mim está aonde estou, de modo geral agradecer todos os professores que colaboraram para minha formação, que me ajudaram na hora que mais precisei, que me apoiaram, e sempre me ensinou a ser persistente na caminhada.

Agradecer o orientador professor Luiz Juliano Valério Geron, que me apoio com o tema do TCC, e se disponibilizou seu tempo de dedicação para contribuir na minha formação (colação de grau), em geral a todos.

Agradecendo a professora Adriana Fernandes coordenadora do curso de zootecnia, e a professora Jocilaine Garcia que é diretora do *Campus*, que me ajudou com todos os documentos para cumprir a carga horária do mesmo, são pessoas bacanas, são dedicadas ao seu trabalho, e sempre que precisamos podemos contar com ajuda delas.

Professora Tatiane Botini, uma pessoa sensacional, pega no pé de todos alunos da faculdade, chama atenção, conversa, faz sermão quando a necessidade, a mesma é docente da disciplina do TCC, e mãe de todos nós, mas enfim, com que foi citado anteriormente vejo isso como um aprendizado para todos, porque estudar não é fácil sempre será difícil, e como sempre terá que ter pessoas que chamem a atenção dos acadêmicos para a realidade, e com clareza falar a verdade, e sim, sempre e com dedicação e amor pelo trabalho realizado pela mesma.

Confesso que tive medo ao nosso primeiro encontro na aula de TCC, pois a docente Tatiane Botini, deu um chacoalho em todos que estávamos matriculados na disciplina de TCC, achei que não iria dar conta de escrever nada sobre meu tema que se encontra no início do trabalho, a mesma falou: será que é este tema que você quer? Porque você está escolhendo o mesmo? Quem é seu orientador? Entre essas conversas e um pouco a mais, assim, deixando bem claro, com toda pressão, que uma universidade trás para os acadêmicos no final vale a pena porque fazemos a diferencia com todo o conhecimento.

Professora Sílvia Cristina e Aysla Duarte, fica meus agradecimentos por serem testemunha do estágio que preciso realizar esta carga horário que é 180 horas para a realização de colação de grau do curso, Sílvia é docente da universidade onde tem um grande conhecimento sobre as suas disciplinas ministrada durante o curso.

Aysla secretaria da docente Adriana Fernandes, é uma pessoa humilde, e seu trabalho é realizado com dedicação, e gosta do que faz, assim, auxiliando todos os acadêmicos da universidade.

Wellington Luiz Simmi Neto, companheiro do curso de Zootecnia, pessoa humilde, honesto e de grande coração, agradeço a sua pessoa por sempre estar me ajudando em tudo ao decorrer do curso, de falar como é, mostrar como funciona aquele determinado objetivo a ser realizado, de como fazer, e de fazer parte na vida acadêmica, apreendi muitas coisas através da sua pessoa. Sempre ajuda e motiva o próximo conseguir a realizar uma determinada conquista, e além disso, tem um amplo conhecimento este cidadão, te desejo tudo de bom para sua pessoa para seus país que são pessoas igual a você, Contudo, Wellington desejo a você tudo de bom e que possa realizar seus objetivos com fé e na esperança de ser campeão, alcançando o primeiro lugar.

De modo geral, a todos os professores da universidade fica o meu agradecimento e minha gratidão a todos, são pessoas que ajudam a fazer a diferença no conhecimento, em mostrar como deve ser feito na teoria e prática, e acima falar isso e o que precisa ser moldado com dedicação e conhecimento.

A todos senhores meus agradecimentos fica um grande abraço do William Rezende Servino.

“Suba o primeiro degrau com fé. Não é necessário que você veja toda a escada. Apenas dê o primeiro passo. ”

Martin Luther King

RESUMO

O objetivo desta revisão bibliográfica foi abordar as principais especificidades sobre o processo de ensilagem (fermentação microbiana) de plantas forrageiras. De maneira geral, o contexto abordará assuntos e pontos específicos que iremos observar com o processamento de plantas forrageira no método de ensilagem. No geral, o Brasil produz uma grande quantidade de silagem para enfrentar o período da seca considerado inverno na região tropical, e o inverno com baixas temperaturas na região subtropical. O processo de ensilagem é uma maneira de conservar as plantas forrageiras durante os períodos críticos de disponibilidade de pastagens verdes (*in natura*), este processo é caracterizado pela fermentação anaeróbica das bactérias e fungos (microbiota) natural ou adicionada na planta previamente picada, compactada e vedada para que ocorra a produção (fermentação) de ácido láctico em maior proporção o qual contribui para preservando o valor nutritivo da planta. De modo geral há vários fatores que podem influenciar no processo de ensilagem de plantas forrageiras tais, como o tipo de silo e equipamento (maquinário), uso de aditivos inoculantes ou não, características fisiológicas e nutricionais da planta forrageiras, competição microbiana dentro do silo, tipos de bactérias e seus respectivos produtos metabólicos produzidos durante a fase de fermentação do silo, as perdas variáveis e fase de abertura do silo. De maneira geral, podemos concluir que as técnicas de conservação de forragem, principalmente a ensilagem têm como objetivo fundamental aproveitar os excessos de volumosos (plantas forrageiras) no período chuvoso, e assim, conservar lá para ser fornecida no cocho durante período crítico, mantendo a qualidades nutritivas do alimento em seus parâmetros ideais e consequentemente o desempenho de animais ruminantes.

Palavras-chave: ácidos orgânicos, bactérias, fungos, pH do silo

ABSTRACT

The objective of this bibliographic review was to address the main specificities about the ensiling process (microbial fermentation) of forage plants. In general, the context will address issues and specific points we will observe with the processing of forage plants in the ensiling method. In general, Brazil produces a large amount of silage to face the dry period considered winter in the tropical region, and the winter with low temperatures in the subtropical region. The ensiling process is a way of conserving forage plants during critical periods of availability of green pastures (in natura) this process is characterized by anaerobic fermentation of bacteria and fungi (microbiota) natural or added to the plant previously chopped, compacted and sealed for the production (fermentation) of lactic acid to occur in greater proportion, which contributes to preserving the nutritional value of the plant. In general, there are several factors that can influence the forage plant ensiling process, such as the type of silo and equipment (machinery), use of inoculating additives or not, physiological and nutritional characteristics of the forage plant, microbial competition inside the silo, types of bacteria and their respective metabolic products produced during the silo fermentation phase, variable losses and silo opening phase. In general, we can conclude that the forage conservation techniques, mainly silage, have as their fundamental objective to take advantage of the excesses of bulk (forage plants) in the rainy season, and thus, to conserve there to be supplied in the trough during the critical period, maintaining the nutritional qualities of food in their ideal parameters and consequently the performance of ruminant animals.

Key words: bacteria, fungi, silo pH, organic acids,

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO GERAL O PROCESSO DE FERMENTAÇÃO (ENSILAGEM DE ALIMENTOS).....	13
2.1.1 TIPOS DE SILOS.....	15
2.1.2 Fase que ocorrem durante o processo de ensilagem (fase aeróbica, anaeróbica e de estabilização).....	18
2.2.2. Perdas que podem ocorrer durante o processo de conservação da forrageira ensilada.....	23
2.3. Aditivos.....	24
2.3.1. Inoculante.....	25
2.4. Tipos de bactérias.....	26
2.4.1 Homoláticas.....	26
2.4.1 Enterobactérias.....	27
2.4.2. Clostridium.....	28
2.4.3. Fungos.....	30
2.4.4 Leveduras.....	32
3. Desidratação da forragem.....	34
3.1. Corte e pré-secagem.....	35
3.2 Fatores ambientais e qualidade de forragem sobre o processo de ensilagem.....	36
5. Considerações finais e/ou conclusão.....	37
REFERÊNCIAS.....	38

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Bernardes (2003), a produção de forrageiras tropicais apresentam sua produção concentrada nos meses de maior umidade (primavera e verão), caracterizando o fenômeno de estacionalidade de produção, no qual aproximadamente 80% desta ocorre na estação úmida, o que exige a adoção de técnicas que visem solucionar, ou pelo menos amenizar, os danos causados aos animais devido à falta de alimento nos períodos secos, sendo o processo de ensilagem uma alternativa viável para a solução deste entrave.

No Brasil observa-se que na primavera e verão ocorre elevadas quantidades de chuvas, no entanto para o outono e inverno existe uma menor temperatura na região subtropical, e na região tropical redução das chuvas. Com isso, no período da temporada de chuva é onde tudo nasce e cresce com êxito, e há ambiente propício para plantação de diversos tipos de culturas perene e/ou de ciclos curtos. A falta de alimento no período de seca, faz com que o agricultor realize um planejamento de estocagem de alimentos ou alternativas para conservação das mesmas (MORAIS, 1999).

Segundo revisão da literatura (CORRÊA; CORDEIRO, 2000; REIS; COAN, 2001), a ensilagem de parte e/ou excesso de forragem oriundo do crescimento do período das águas dentro do sistema intensivo pode ser uma alternativa viável para o período da seca. Acredita-se que, com adoção desta estratégia, o pecuarista poderá garantir quantidades suficientes de alimento volumoso de boa qualidade para ser fornecido ao rebanho na época seca, principalmente na região tropical do Brasil.

O processo de ensilagem é a forma de conservação mais utilizada no Brasil e é caracterizada pela fermentação anaeróbica (AVILA, 2007) preferencialmente láctica, de plantas forrageiras, preservando o valor nutritivo da planta.

Para produzir silagem de boa qualidade, a planta deve apresentar alta concentração de carboidratos solúveis, baixo poder tampão e teor de matéria seca variando de 30 a 35% (HELRIGEL, 2017).

O alimento volumoso conservado pelo processo de ensilagem pode ser utilizado como fonte de alimento para animais ruminantes de qualquer categoria. Desta maneira, os alimentos ensilados são de suma importância para que os animais ruminantes mantenham o nível produtivo ou que apresente uma redução mínima de produção e assim ser capaz de minimizar o impacto no bolso do produtor (PEREIRA et al., 2016).

Segundo Pimentel (2020), no Brasil, a maior parte dos sistemas de produção de leite e carne, adota o fornecimento de volumosos conservados nos períodos em que existe menor decréscimo na produção de matéria seca. Em sistemas em que os animais ficam confinados, a dependência de forragens conservadas é total ou majoritária, assim a dependência para manter seu ganho de massa corporal ou peso corporal (PC), sempre estará na dependência do fornecimento de uma ração balanceada, para suprir a exigência dos animais.

A deficiência na produção de forragem no período seco do ano, reduz a capacidade de suporte das pastagens. Assim, é imprescindível estudos que venham a estabelecer uma estratégia para conservação de forragem. Reconhecidamente, a forragem colhida via pastejo fornece nutrientes e energia com menor custo econômico e ambiental, para a produção de ruminantes em relação às outras formas de fornecimento de forragem. Todavia, em razão da estacionalidade na produção, faz-se necessário fornecer forragem suplementar no período de menor oferta de pasto, sempre visando o desempenho animal (PEREIRA, CARNEIRO.; PIMELTEL., 2020).

De acordo com Leonel et.al (2008), as plantas forrageiras no período das águas apresentam elevado valor nutritivo e com o passar do tempo (meses) e mudança das estações do ano, as plantas forrageiras perdem a sua qualidade nutricional. Deste modo, demonstra que a deficiência na produção de forragem no período seco reduz a capacidade de suporte das pastagens, assim para suprir as necessidades da falta de forragem a melhor maneira a ser utilizado é o método do uso de alimentos ensilados que por sua vez atenderá o rebanho de modo amplo.

Neste contexto, o objetivo desta revisão bibliográfica foi abordar o processo de fermentação e conservação de alimentos volumosos por meio do processo de ensilagem, o qual é amplamente utilizado como fonte de alimento volumoso na época de escassez (seca) na produção de animais ruminantes.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As forrageiras, embora possam ser utilizadas de maneira *in natura* são sobretudo conservadas através da fenação e da ensilagem, o que permite o uso destas plantas ao longo do ano ou em períodos de restrita disponibilidade de pastagem (SILVA, 2017).

A preservação das silagens com elevado valor nutritivo está ligada diretamente com a colheita da foragem no estágio correto de maturação, diminuição das atividades enzimáticas e da população epifítica indesejável presentes naturalmente nas forragens, e principalmente da criação de um ambiente adequado para que ocorra a dominância das bactérias ácido lácticas (BAL), o mais rápido possível após a compactação e vedação do silo (McDONALD, 1980).

De acordo com Muck (2010), ao se ensilar qualquer tipo de material com as características desejáveis para ser armazenado na forma de silagem, o principal objetivo é criar um ambiente adequado para tentar controlar a atividade microbiana através da combinação entre anaerobiose e a fermentação natural dos açúcares pelas BAL presentes na cultura.

2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO GERAL DO PROCESSO DE FERMENTAÇÃO (ENSILAGEM DE ALIMENTOS).

A silagem é a forma mais tradicional de conservação de alimentos (plantas forrageiras) para alimentação animal. Os relatos mais antigos de conhecimento na utilização da prática de ensilagem de forrageiras entre o período de 1000 a 1500 anos a. C. pelos papiros egípcios (BERNARDES; AMARAL, 2010).

A silagem consiste na conservação de alimento úmido sob condições de anaerobiose, que limitam o crescimento de microrganismos que venham a depreciar o valor nutricional do alimento. O processo fermentativo começa com a presença de oxigênio e uma população de microrganismos aeróbicos, deste modo, os microrganismo começam a multiplicar e competir por alimentos dentro do silo o que reduz a disponibilidade de alimento e reduz o pH do meio (OLIVEIRA et al., 2014).

Assim, torna-se importante para a pecuária realizar todos os anos o processo de conservação de forragens, este processo é importante na atividade dos pecuaristas, pois a alta sazonalidade do clima não permite que algumas forrageiras sejam cultivadas o ano todo. Diante disso, o processo de ensilagem permite conservar as forrageiras e armazenar o alimento em épocas de escassez de pastagens (DRIEHUIS; OUDE ELFERINK, 1999).

Os processos de ensilagem compreendem as fases de preparação na colheita da cultura que encirre, corte, compactação e vedação em silos. A ensilagem não melhora os aspectos de qualidade nutritiva da planta forrageira ensilagem, mas, apenas conserva a qualidade original da matéria prima. Assim, a qualidade original da capineira utilizada no processo, corresponderá de forma diferenciada no processo de fermentação. Assim, uma capineira que não foi coletada de forma correta, provavelmente apresentará perdas de alguns parâmetros como a aceitabilidade e/ou aspectos nutritivos (SILVEIRA, 2010).

A agilidade no processo de colheita é um dos principais fatores para se obter boa silagem. Depois de picada e exposta ao oxigênio a planta continua com o processo oxidativo promovendo o consumo de carboidrato solúvel. Em condições que a planta forrageira ficar exposta ao oxigênio maior será a perda de nutrientes. Alguns fatores externos e ambientais podem interferir na qualidade da planta forrageira ensilada, como os tipos de silo, técnicas de ensilagem e fechamento, presença de ar, temperatura e tempo de armazenamento são alguns destes fatores que influenciam o processo de ensilagem (GUIM et al., 2003).

Os ruminantes em si precisam de um suprimento contínuo, de alimento com qualidade para que possam expressar seu potencial de produção de carne ou leite, contribuindo para a eficiência dos sistemas de criação podendo ser confinamento, sistema extensivos e semi-extensivos. No entanto, em grande parte do Brasil ocorre variação na produção e na qualidade das pastagens de acordo com a época de estação do ano, devido a fatores climáticos, como luminosidade, precipitação, temperatura, secas, chuvas excessivas, e também pragas e doenças. Processos de conservação, dos alimentos ensilados de modo geral, visam minimizar os impactos na estabilidade de produção das pastagens, permitindo que forragens produzidas na estação mais propícia do período 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, tanto quanto, para bovinos de corte ou para vacas leiteiras de alta produção (PEDROSO et al., 2003).

Deste modo, é necessário entender todas as fases e processos de confecção da silagem, pois os procedimentos iniciam na colheita da planta forrageira e, em sua maioria, não são executados ou regulados de formas adequadas, além disso o tempo de fechamento do silo,

compactação malfeita “isso dependerá da forma de silo que o produtor está optando para realizar a ensilagem. A umidade e maturidade da planta, também podem ocasionar variação no tamanho da partícula e alteração do resultado final do produto ensilado. Para que possa realizar silagem de qualidade existem algumas recomendações sobre o ponto fisiológico das plantas forrageiras a serem colhidas (SAVOIE, 1989).

Contudo, durante o processo de ensilagem podem ocorrer falhas, tanto na produção como na fermentação do material, que podem prejudicar a qualidade da silagem e aumentar a quantidade de perdas fermentativas. Assim, como no processo de abertura do silo, as perdas podem ser elevadas decorrentes da entrada de ar, que propicia a degradação por microrganismos aeróbicos, assim, esta matéria seca pós abertura deverá ser consumida rapidamente pelos os ruminantes (JUNGES, 2010).

Em relação aos sistemas de conservação (Figura 1), é importante que os diferentes processos o de fenação e o de ensilagem podem prover perdas quantitativas e qualitativas no material conservado (MUCK; SHINNES, 2001).

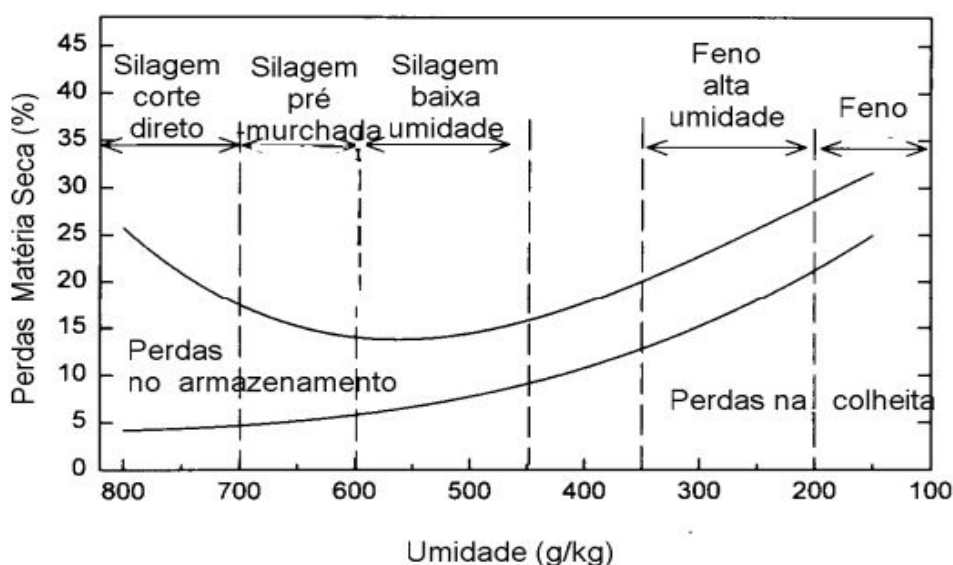


Figura 1. Perdas no campo (colheita) e armazenamento no processo de conservação de forragens.

Fonte adaptado de Collins (1995).

2.1.1 Tipos de silos

As estruturas horizontais feitas para o armazenamento das silagens são basicamente de fácil acesso, assim, o silo de superfície, são formadas as pilhas de forragem sobre o solo sem estrutura de parede nas laterais, cobertos com filme plástico e o silo tipo trincheira, com

paredes laterais de alvenaria, pré-moldado ou escavado na terra, aproveitando o desnível da área, onde é depositada a forragem, compactada e coberta com lona plástica (SAVOIE; JOFRIET, 2003).

O silo trincheira é o mais comum, devido às facilidades para carregamento, compactação e descarregamento (Figura 2). Nas áreas onde há irregularidades de terreno, é possível aproveitá-las para construir um silo trapezoidal. Em terrenos planos, é necessária a construção de paredes laterais e sua forma deve ser retangular. Independentemente do tipo de seção, a largura mínima do silo (largura inferior, no caso de seção trapezoidal) deve ser, no mínimo, duas vezes a distância entre os pneus traseiros do trator (ZOPOLLATTO, 2020).



Figura 2 – Modelo de silo tipo trincheira, enchimento e fechamento do silo. Adaptado de Zopollatto (2020).

De acordo com Bernardes et al. (2007), o silo tipo trincheira possui suas peculiaridades em ser mais recomendado por conta do seu preço de custeio, e ser construído diretamente no solo seco onde recebe suas preparações em dimensão de larguras e alturas. Porém, o ideal é que suas paredes e fundo sejam construídas de alvenarias para evita contato diretamente com a umidade do solo. No processo de cobertura do silo trincheira é utilizado a lona que ajuda retirar a presença de oxigênio e colabora com o aquecimento para a fermentação. No entanto, sua localização pode ser em terrenos em declínio que ajuda no escoamento de partículas de água durante o processo de ebulição dos alimentos, normalmente o silo apresenta sua superfície abaulada. Na Figura: 3- são construídos silo tipo trincheira, com paredes de alvenarias e suas dimensões proporcionadas de acordo com a demanda e necessidade da fazenda ou proprietário.



Figura 3 - Imagens de silo trincheira prontos para serem utilizados fonte: <https://> Fazendas São Marcelo, Município de Tangará da Serra, MT
Silo Trincheira, janeiro de 2023.

]

O silo de superfície é o mais econômico, pois não exige qualquer estrutura fixa como paredes laterais (Figura 4). Para fazê-lo, basta amontoar e compactar o material sobre o solo e cobri-lo totalmente com lona plástica (SANTOS et al., 2013; ZOPOLLATTO, 2020).



Figura 4 – Modelo de silo tipo superfície.
Adaptado de Santos et al. (2013).

Para Moraes et al. (1998), o silo de superfície se torna viável por conta da sua margem econômica quando visado o processo de arquitetura, a construção é recomendada em solo seco, área plana, pequenos declives e perto da instalação. Porém, o processo de confecção de silagem dentro do silo de superfície propicia uma maior perda quando comparada com o silo

tipo trincheira, torna-se mais propícia aos prejuízos por conta da ausência de parede nas laterais do silo, que por sua vez dificulta a compactação da matéria prima.

Um método alternativo de armazenamento é o silo bolsa, também conhecido como *Bag*, que ao usar este, elimina os custos de uma estrutura permanente, e ainda oferece a flexibilidade de realocar os silos onde são necessários. Os custos anuais estão associados com o aluguel da ensacadora, a compra de bolsas e a eliminação do plástico após o uso (SCHROEDER et al., 2010).

O silo bolsa, conforme Amaral e Bernardes (2013), “é um bolsão de lona plástica, onde o agricultor pode armazenar seus grãos e/ou forrageiras picadas”.

O silo *bag* (Figura 5) são bolsas que permitem maior flexibilidade quanto ao seu local de uso e com estocagem em glebas diferentes, pois o silo pode ser fracionado (SANTOS et al., 2013). Apresenta menores perdas. No entanto, tem custo operacional elevado, sendo necessário maquinário específico para abastecer as bolsas tipo *bag* com a massa verde.

A silagem estocada em bag (silos bolsa) é produzida com auxílio de máquinas ensacadoras, em tubos plásticos horizontais. Os silos *bag* possuem certa variedade de tamanhos (30, 60 e 90 m de comprimento) e diâmetros (1,8 a 3,6 m), sendo que a dimensão 1,8 por 60 m é a mais comum no Brasil. Os bags com dimensões de 30 a 60 metros podem estocar de 2 a 6 toneladas de silagem por metro linear. Esse intervalo de densidade é em função tamanho de partícula e da cultura que está sendo estocada (AMARAL; BERNARDES, 2009).

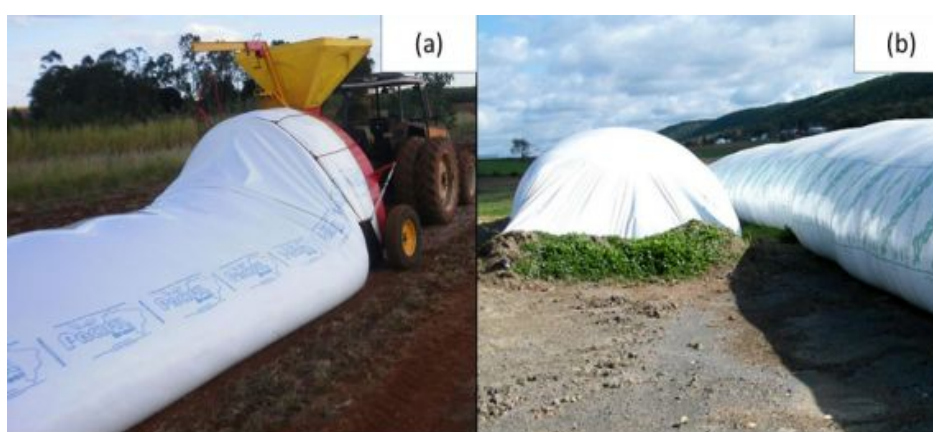


Figura 5 – Silo tipo *bag* (bolsa) sendo abastecido (a). Silo bag compactado e fechado (b). Adaptado de Barbosa (2020).

No silo fardo ou silo bola (Figura 6), a matéria verde é cortada, compactada, e vedada com plástico e lona. É fracionada em fardos pequenos e independentes, isso facilita a

comercialização (DANIEL et al., 2019; BARBOSA, 2020). O investimento inicial em maquinário é elevado, e o manejo é complexo. Esse tipo de silo é um nicho de mercado que grandes produtores encontraram para comercializar a silagem a pequenos produtores.



Figura 6. Silo bolsa e/ou fardo (a) Goweil compactando e vedando a silagem; (b) Silos fardo/bag vedados.

Fonte: internet.

2.1.2 – Fase que ocorrem durante o processo de ensilagem (fase aeróbica, fase de fermentação anaeróbica, fase de estabilização e de abertura)

De acordo com Bolsen et al. (1996), para se iniciar a produção de silagem, é necessário que chegue até o silo a forragem picada, a partir de então se iniciam duas importantes atividades enzimáticas, a respiração e proteólise.

Segundo McDonald (1981), os carboidratos são os principais substratos da fermentação na ensilagem. Após o fechamento do silo o oxigênio presente na forragem é reduzido pela ocorrência da respiração de células da planta e dos microrganismos aeróbicos.

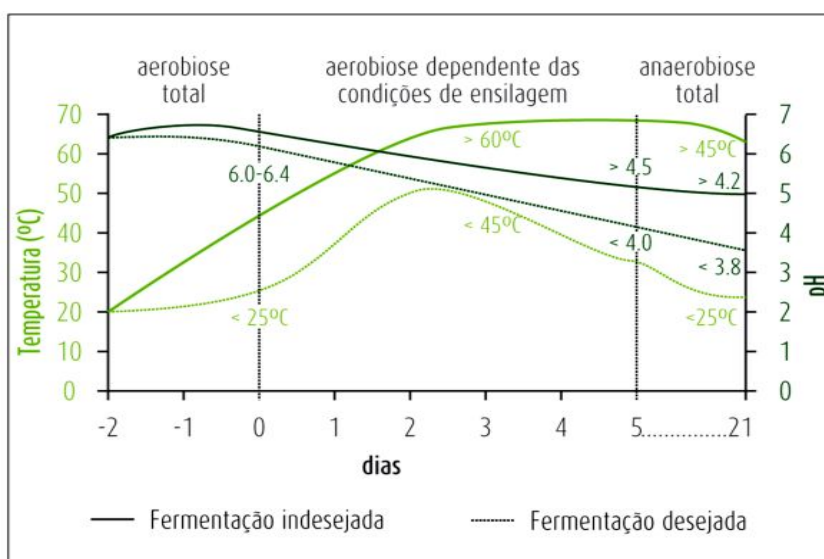
No pré- fechamento, a silagem é uma matéria prima de alta exigência no processo de preparação, pois quando colhida é picada, transportada e levada até seu devido lugar, que é feito a compactação que ajuda a retirar o oxigênio. Assim, a forragem recolhida faz uma liberação de um líquido chamado de “líquido celular” que por sua vez apresenta algumas enzimas protease, hemicelulose, amilase e polissacarídeos, como isso, as plantas libera outros substratos que desempenharam a atividade microbiana. Com o oxigênio presente fazem com o que os microrganismos começam a se replicarem, os mesmos sendo aeróbios, sendo, fungos, bactérias, leveduras, presentes na silagem começam a reduzir quantidade de O_2 , com o

aumento da termorregulação do ambiente pode ocorrer a perda da matéria seca - MS. A mesma matéria seca, acaba tendo alteração de processo causados pelo ambiente de ensilagem, aonde, a forragem é depositada e grupos de microrganismos aeróbios começam a se proliferarem e disputarem o substrato presente na forrageira (ARAÚJO et al., 2014).

Os açúcares degradados na respiração são de alta digestibilidade e prejudicam a fermentação láctica e a preservação do material. Assim, a elevação da temperatura (acima de 45° C) tem como consequência a reação de Mailard (MUHLBACH, 1999), diminuindo a digestibilidade, aumentando a fibra em detergente neutro (FDN) e o nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) da forragem (FIGURINA, 1991). Está fase termina quando todo o oxigênio do silo, o qual é eliminado. Na Figura 7 está demonstrada a dinâmica do valor de pH e temperatura dentro do silo (BARBOSA, 2020).

Figura 7-
pH e da
silagem.
Fonte:

(2018) e
(1996), o



Dinâmica do
temperatura da
Barbosa (2020).

De acordo com
Restelatto
Bolsen et al.,
ambiente
anaeróbico

quando é alcançado dentro do silo, os microrganismos anaeróbicos começam a se proliferar, sendo as bactérias ácido lácticas – BAL, a microflora mais importante, pois a preservação das forragens ocorre principalmente devido as produções e concentrações do ácido láctico.

Contudo Muck (2010) comentou que outros microrganismos, como báculos, enterobactérias, leveduras, fungos e clostrídios têm impactos negativos na grande maioria das vezes nas silagens, pois competem com as bactérias ácido lácticas - BAL por carboidratos fermentáveis, e muitos de seus produtos não têm ação conservante.

De acordo com Silva (2017), na fase de fermentação ativa ocorre um declínio do pH com produção de ácidos orgânicos, onde se encontra pequena quantidade de oxigênio, tem visualização do fato no começo, que por vez inibe a multiplicação bactérias e enterobactérias, estes dois microrganismos são heterofermentivos. No entanto, são bactérias que produzem ácidos lácticos (BAL) e bactérias que produzem ácidos orgânicos (BAO), porém, existe outros

tipos de ácidos que a produção se torna possível. As BAL predominam em situação de anaerobiose e só ocorre quando o pH fica inferior a cinco.

De maneira geral, a fase de fermentação dura em torno de três semanas. Após o consumo do O₂ do ambiente, cessa a respiração das plantas e o desenvolvimento de bactérias aeróbias e inicia o desenvolvimento das bactérias anaeróbias produtoras de ácido láctico. As bactérias ácido lácticas irão fermentar os açúcares da forragem, produzindo ácido láctico e acético, responsáveis pela queda do pH. O pH baixo é necessário para inibir a atividade das enzimas das plantas e o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis (CARVALHO, 2013).

Segundo Penn State (2004), o processo de fermentação é afetado pelo teor de matéria seca da forrageira, tamanho de partículas, exclusão do ar, conteúdo de carboidratos na forrageira e população bacteriana natural ou suplementar (Figura 8).

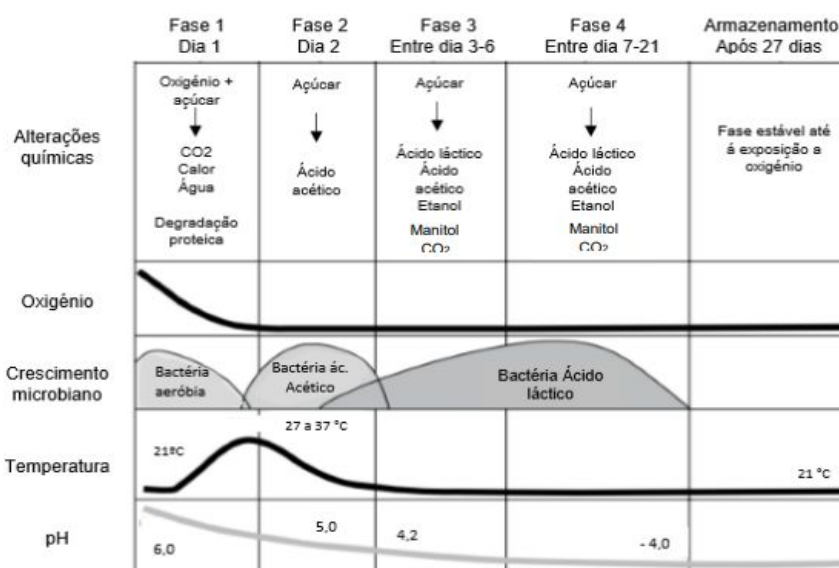


Figura 8 - Fases da fermentação normal da silagem.

Adaptado de Penn State (2004).

Segundo McEniry et al. (2007), após a fermentação láctica, verifica-se uma fase estável em que poucas alterações ocorrem desde que as condições de anaerobiose sejam mantidas. A estabilidade da silagem exposta ao contato com o ar é um fator decisivo da qualidade nutricional e valor alimentar (FILYA et al., 2004).

Esta fase é garantida pela boa estanquicidade (vedação) e isolamento do silo. Algumas enzimas ácido tolerantes continuam ativas, causando leve hidrólise de carboidratos estruturais. A população de bactérias lácticas cai pelo baixo pH (SILVA et al., 2017).

As leveduras ácido tolerantes sobrevivem em estado de dormência, enquanto clostrídeos e enterobactérias sobrevivem através da formação de esporos, em concentrações de 10^2 a 10^7 ufc/g (DROUIN; LAFRENIÈRE, 2012).

Caso o silo não se mantenha estancado (fechado), há entrada de ar e, conseqüentemente, deterioração aeróbia, principal responsável pela perda de valor nutritivo da silagem, além de potencializar o risco de desenvolvimento de microrganismos indesejáveis durante a fase de abertura do silo.

Na fase de retirada de alimento de dentro do silo, o O_2 volta a ter acesso à forragem, penetrando até uma profundidade em torno de 1 m no painel do silo, dependendo da densidade da silagem e forma de descarga do silo (HONIG, 1991).

O fluxo de O_2 dentro do silo permite o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis como leveduras, bactérias acéticas e fungos. Esses microrganismos consomem nutrientes da silagem, principalmente açúcares residuais e lactato, causando elevação do pH, redução do valor nutricional e quebra da estabilidade aeróbia da silagem (BORREANI; TABACCO, 2010). De acordo com estes autores, no momento da abertura a silagem é exposta novamente ao ar. A entrada de oxigênio possibilita um aumento de microrganismos indesejáveis como as leveduras, fungos e bactérias, que são responsáveis por alterações dos nutrientes disponíveis na silagem, além da quebra da estabilidade aeróbia. De acordo com a Figura 9 está demonstrada como ocorre a interação dos microorganismos com o alimento dentro do silo pós fechamento.

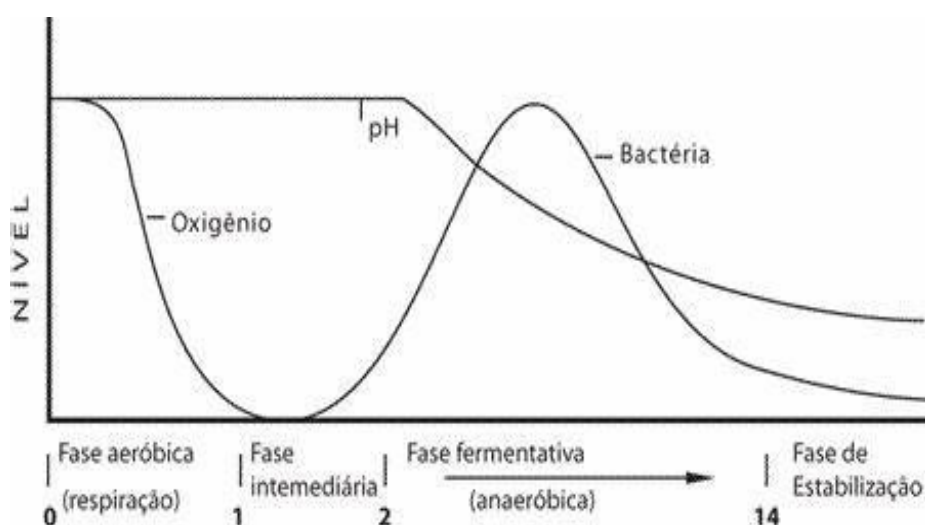


Figura 9. Fases de fermentação do silo, concentração de oxigênio e valor de pH do material ensilado após o fechamento do silo.

Fonte: Guim (2002).

2.1.3. Perdas que podem ocorrer durante o processo de conservação da forrageira ensilada

De acordo com Muck (1988), a preservação da qualidade, da MS e da energia da forragem ensilada requer limitação da respiração e atividade proteolítica da planta, atividade clostrídica e desenvolvimento de microrganismos aeróbicos. O mecanismo que limita esses processos é o rápido desenvolvimento e manutenção da anaerobiose no silo.

As paredes dos silos tipo trincheira ajudam a manter a massa de forragem livre de oxigênio, reduzindo as perdas. Porém, devem possuir superfícies lisas e sem rachaduras (HOLMES; MUCK, 2000).

A composição química da forragem sofre alterações durante a fase de fermentação devido a atividade das enzimas da planta, respiração da planta e dos microrganismos e fermentação (ROTZ; MUCK, 1994).

A respiração, quer seja desenvolvida pela planta ou microrganismos remove as partes mais digestíveis da forragem, sendo responsável pela maior parte das perdas durante o armazenamento. De acordo com Muck; Schinnes (2011), o processo de respiração pode ser controlado pela eliminação do oxigênio disponível dentro do silo através da compactação – Figura 10.



Figura 10 - Processo de compactação da silagem de milho por processo mecânico e automatizado.

Portal do Produtor - <https://portaldoprodutor.agr.br/silagem>.

2.3. ADITIVOS

Aditivos são produtos, comerciais ou não, aplicados à forragem no momento da ensilagem com o intuito de reduzir perdas de nutrientes, estimular a fermentação, inibir ou favorecer determinados microrganismos ou ainda interagir no valor nutritivo da planta originalmente ensilada (VILELA, 2006). Alguns exemplos de indicações de aditivos e suas respectivas funções exercidas para a conservação de alimentos ensilados estão demonstrados na Tabela 1.

Aditivos e suas Funções	Nutritivos	Não-nutritivo
Estimulante da fermentação	Uréia, cama-de-frango Ou esterco puro de aves Melaço, calcário, concentrado Cana-de-açúcar etc.	Culturas de bactérias Enzimas comerciais
Inibidores de fermentação	Sal comum	Ácidos orgânicos Ácidos minerais Antibióticos pré-murchamento

Tabela 1. Exemplos de alguns aditivos e suas respectivas funções.

Recomendações a ser utilizadas conforme as instruções do fabricante.
Fonte: Vilela (2006).

Existem comercialmente inúmeros aditivos com diversas classificações de acordo com suas características, forma de uso ou resultado esperado. Para Henderson (1993), o aditivo ideal é aquele que ao ser adicionado a silagem proporciona segurança no seu manuseio, auxilia na redução de perdas de MS, melhora a qualidade sanitária da silagem, inibe a fermentação secundária, preserva o valor nutritivo e apresenta melhor estabilidade aeróbica após abertura do silo, proporcionando retorno produtivo do animal maior que o custo do aditivo.

Os aditivos microbianos são divididos em dois grupos básicos principais os que possuem bactérias homofermentativas e os que possuem bactérias heterofermentativas (DESTRI, 2021).

De acordo com Zopollatto et al. (2009), as bactérias homofermentativas são capazes de aumentar a produção de ácido lático acelerando a queda do pH da silagem, contudo as

bactérias heterofermentativas são capazes de produzir além de ácido lático outros ácidos, dentre eles ácido acético, que aumentam a estabilidade das silagens quando expostas ao ar.

2.3.1. Inoculante

De acordo com Souza (2014), para tomada de decisão sobre uso de aditivos em silagens, deve-se conhecer as características da matéria prima e prever os possíveis problemas a serem encontrados, para assim saber a real possibilidade mudança na dinâmica fermentativa decorrente do uso da inclusão de aditivo.

Os estudos que vem sendo relacionados à conservação de forragens perante o uso de aditivos na produção de silagens, estão há muito tempo sendo desenvolvidos e analisados algumas décadas. Uma vasta gama de substâncias, orgânicas ou inorgânicas, bióticas ou abióticas, tem sido estudada no intuito de modificar o processo fermentativo, reduzir perdas e/ou melhorar o valor nutricional das silagens. Os aditivos usados no processo de ensilagem devem elevar a recuperação de nutrientes e energia da forragem, com consequente benefício no desempenho dos animais (KUNG Jr., 2009).

A escolha de um aditivo para aplicação no campo, sem critérios bem definidos, pode levar a frustrações que, isso ocorre caso não se encontra recomendações de como ser manuseadas as técnicas, tem forte apelo econômico. Embora não haja dados oficiais, uma pequena parte dos fazendeiros usa aditivos na ensilagem, e os que o fazem muitas vezes são influenciados por informações leigas ou comerciais (NOVINSKI, 2013).

De acordo com Kung Jr. (2009), os três eventos mais importantes para se obter silagens de qualidade são a rápida remoção do ar; a rápida produção de ácido lático, resultando em rápido abaixamento do pH; e a contínua exclusão do ar da massa ensilada, durante o armazenamento e após a abertura do silo. Mas, para isso deve ocorrer os devidos cuidados, a maior parte dos problemas associados à produção de silagens estará resolvida. Para isso, o manejo adequado da ensilagem, desde o planejamento do processo até o fornecimento da silagem aos animais, deve ser cuidadosamente realizado (SOUZA, 2014).

No contexto geral Souza (2014) relatou que o manejo adequado do processo de ensilagem é a opção de maior viabilidade econômica. Porém, em alguns casos, o uso de aditivos em silagens bem produzidas pode acarretar ganhos adicionais ao processo e, nesses casos, o emprego dos aditivos é bastante recomendado.

Segundo Souza (2014), os inoculantes microbianos, basicamente, se dividem em dois grupos principais de microrganismos: as bactérias homofermentativas (ou heterofermentativas facultativas), e as bactérias heterofermentativas. O primeiro grupo representa microrganismos capazes de maximizar a produção de ácido láctico e acelerar a queda no pH das silagens. O segundo grupo representa microrganismos capazes de produzir outros ácidos além do láctico, com foco em elevar a estabilidade das silagens expostas ao ar. Embora o tema estabilidade aeróbia de silagens seja um assunto dos mais estudados nos trabalhos científicos avaliando aditivos, o aquecimento das silagens parece ser um problema mais teórico do que prático, quando o bom manejo dos silos é adotado. Problemas de “aquecimento” das silagens estão entre as principais queixas dos fazendeiros com conhecimento mínimo do processo.

Segundo Muck (1996), o uso de inoculantes microbianos poderá também apresentar efeito negativo na conservação da silagem após a abertura do silo, no entanto, se eleva os teores de carboidratos solúveis residuais que forem desencadeados durante o processo, assim, criando-se condições favoráveis para atuação de microrganismos aeróbicos indesejáveis, como ocorre com as leveduras.

Deste modo, pode se observar que o uso de inoculantes (aditivo) microbianos pode influenciar intensamente nas ações dos microrganismos indesejáveis, dependendo das alterações finais do pH, do conteúdo de açúcares residuais e dos ácidos láctico e acético (NOVINSKI, 2013).

2.4. Tipos de bactérias

A presença natural ou inoculada de microrganismos na ensilagem é necessária para que ocorram os processos de fermentação e conservação da massa ensilada. A preferência é dada às bactérias produtoras de ácido láctico para uma adequada fermentação e bactérias ácido acéticas/propiónicas para a manutenção da qualidade da silagem após contato com o ar (JUNGES, 2010). De acordo com Pedroso (1998), a quantidade de microrganismo (log 10 UFC/g de MS de forragem) presente no milho antes da colheita para o processo de ensilagem e após a ensilagem estão demonstrados na Tabela 2.

Tabela 2. Microflora epifítica no milho em pé e picado (log 10 UFC/g de forragem).

Microflora	Em pé	Picado no silo
Bactérias produtoras de ácido láctico	4,22	6,31

Enterobacterias	6,87	7,49
Leveduras e mofos	6,85	7,12
Leveduras consumidoras de lactato	6,36	6,65
Esporos de clostridium	1,95	2,88

Dados de Kansas State University, UFC = Unidades formadoras de colônia

Fonte: Embrapa; Pedroso (1998).

2.4.1. Homoláticas

A função primordial dos produtos à base de bactérias homoláticas, é elevar a sua população dentro do silo em relação as colônias epifíticas existentes na forragem, com isso, elevar a produção de ácido láctico e favorecer o adequado processo de fermentação anaeróbia (PAHLOW, 1991).

De acordo com McDonald et al. (1991), as principais bactérias homoláticas utilizadas em silagens são *L. plantarum*, *Pediococcus* spp. e *L. acidophilus*, as quais fermentam os açúcares disponíveis em ácido láctico.

Segundo Kung Jr. et al. (2003) e Bernardes (2006), a utilização dos inoculantes microbianos promove a elevação na eficiência fermentativa (relação superior ácido láctico/acético), diminuindo a proteólise e a deaminação da proteína, com uso mais adequado dos carboidratos solúveis e conseqüentemente, maior retenção dos nutrientes na silagem.

2.4.2. Enterobactérias

As enterobactérias é grupo de microrganismos que desperta muito interesse pelo fato de algumas espécies serem patogênicas ao homem, plantas e animais. São definidas como gram-negativas, não esporuladas, anaeróbias facultativas, normalmente móveis e fermentadoras de carboidrato (McDONALD et al., 1991).

Segundo Coan et al. (2007), as enterobactérias são bactérias que contendo grande replicação da microflora, sua proliferação constante na silagem representada em forma ativa, assim, acaba competindo com as bactérias produtora de ácido láctico, que por sua vez contribui com a produção do ácido acético, porém, por serem bactéria que aproveitam das condições do ambiente para ser multiplicarem durante os primeiros dias pós ensilagem.

Contudo Magalhães (2008) relatou que estes tipos de microrganismo realizam a produção de ácido acético, fazendo assim redução da multiplicação dos demais indivíduos que precisam se proliferarem dentro da silagem, isso ocorre quando o silo é fechado ou seja até

três dias, perante a queda do pH reduzido para menos de cinco. Após isso, acomete a redução das enterobactérias dando lugar para as bactérias produtoras de ácido lácticos.

De acordo com Muck e Bolsen (1991), o conteúdo de ácido acético, assim como o conteúdo de ácido butírico, está relacionado a menores taxas de decréscimo além de maiores valores finais de pH presente nas silagens. Esta matéria prima corresponde, principalmente, à ação prolongada de enterobactérias e bactérias lácticas heterofermentativas, mas, em menor proporção, também é produzido por clostrídios. Além de afetar negativamente a queda do pH, as fermentações promovidas por esses microrganismos acarretam maiores perdas de matéria seca e energia do material ensilado.

Deste modo, as enterobactérias são aquelas produtoras de ácido acético, normalmente dominam todos os outros microrganismos nos primeiros dias (1 a 3 dias) após o fechamento do silo. Quando os valores de pH caem abaixo de 5,0 a população de enterobactérias diminui rapidamente, predominando as bactérias produtoras de ácido láctico (TOWNSEND et al., 2008).

Além disso, o fato que acarreta as perdas são as ações ocorridos dos processos fermentativos, que podem ser resultado das diferentes rotas metabólicas dos microrganismos presentes na massa ensilada (PAHLOW et al., 2003). Porém, as enterobactérias, bactérias acéticas, bactérias propiônicas, bacilos, clostrídios, leveduras e fungos filamentosos são microrganismos considerados indesejáveis devido as perdas significativas decorrentes dos seus metabolismos, que sintetizam ácido acético, ácido propiônico, ácido butírico, etanol, dentre outros metabólitos.

Bactérias lácticas, por sua vez, produzem sobretudo ácido láctico, o que implica em menores perdas por gases (PAHLOW et al., 2003). Os mesmos autores ainda relataram que a queda acentuada do pH, promovida pelo ácido láctico, reduz a atividade das enzimas proteolíticas e inibe o desenvolvimento de enterobactérias e clostrídios, 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.

De acordo com Henderson (1993), a presença de enterobactérias é indesejável, pois consomem nutrientes que estariam disponíveis as bactérias ácido-láticas, além de produzirem toxinas e grande quantidade de amônia, durante a ensilagem. Os produtos da fermentação são o lactato, o acetato, o succinato e o etanol.

2.4.3. Clostridium

De acordo com Boarini et al. (2016), os *Clostridium* são bactérias anaeróbias que podem alterar negativamente os aspectos nutritivos da silagem, mas, pode ocorrer ao contrário, caso o valor do pH não se encontre em condições de depressão para alterar a sua replicação. Assim, o grupo de microrganismo anaeróbico causa um tipo de levedação dos açúcares e ácidos lácticos, com a infusão destes dois componentes abre espaço para produção do ácido butírico e aminas, portanto pode representar em determinados momento dos processos fermentativos redução de matéria seca, e podem minimizar a aceitabilidade da forragem.

Os Clostrídios são bactérias gram-positivas, esporulantes, normalmente móveis, estritamente anaeróbios, fermentam os açúcares, os ácidos orgânicos ou as proteínas (COLLINS; LYNE, 1989). Esses microrganismos desenvolvem-se em pequenos nichos criados por microrganismos aeróbios, como as leveduras e os bacilos, que usam o ácido láctico e os aminoácidos, reduzindo o oxigênio e aumentando o pH, tornando-as ideais para o crescimento dos clostrídeos (PITT, 1990; McDONALD et al., 1991).

De acordo com relatos de Vittori et al. (2009), a queda do pH está correlacionada com a estabilidade deste alimento ensilado, podendo haver a diminuição dos exercícios proteolíticos perante enzimas produzidas pela planta, sendo assim, caso a multiplicação dos microrganismos anaeróbicos inconveniente como enterobacterias e clostrídios. Deste modo, as bactérias enterobacterias e clostrídios, são dois gêneros de bactérias que conseguem se desenvolver em ambientes totalmente alterado pelo o pH, que por sua vez poderá levar a produção amônia e aminas biogênicas.

Além disso, para Pereira et al. (2008) a multiplicação dos microrganismos anaeróbios junto com as enterobactérias e clostrídios, relataram que as mais importantes para o processo da silagem são as bactérias homoláticas que são produtoras de ácido láctico. Assim, o ácido láctico acumulado dentro do silo propicia redução do pH, o que possibilita a estabilidade da silagem.

Segundo Woolford (1990), a redução do pH dentro do silo é fundamental na proteção de microrganismos indesejáveis como *Clostridium* spp, que são responsáveis pela produção de ácido butírico, que além de provocar odor desagradável, interfere na aceitabilidade da silagem consumida pelo animal.

2.4.4. Fungos

Fungos são microrganismos que crescem como células únicas (leveduras) ou colônias filamentosas multicelulares (mofos). Obtém nutrientes para seu crescimento secretando enzimas extracelulares (proteases, amilases, celulasas, lipases) quebrando moléculas orgânicas complexas a monômeros simples, absorvendo-os pela membrana celular. Em condições que acaba o alimento no local de ação, os fungos rapidamente disseminam suas estruturas de reprodução, que são muitas vezes resistentes as condições adversas e ao tempo, colonizando novas áreas e se alastrando em condições propícias, velozmente sobre o substrato (GUARRO et al., 1999).

De maneira geral, os fungos filamentosos e leveduras estão associados com a decomposição presente na fase aeróbia da silagem. Estes microrganismos apresentam alta resistência entre as variações do pH e sobrevivendo em meio anaeróbio (VITTORI et al., 2009).

No entanto, com a replicação dos fungos no fornecimento da matéria prima, apresenta em alta concentração de filamentosos e a exposição a esporos fúngicos, pode ser prejudicial à saúde dos animais, especialmente ruminantes jovens e equinos (MUCK et al., 1984; WITTENBERG et al., 1996; e CUNHA, 1991).

Contudo, as leveduras são fungos que crescem como células únicas, apresentando característica comum ao reino, como seres eucarióticos, pertencem as divisões *Ascomycota* e *Basidiomycota* com reprodução vegetativa e sexuada (GUARRO et al., 1999).

Apesar de serem capazes de fermentar açúcares e produzir o lactato e o acetato, sua presença na silagem não é desejável, pois primeiramente estão associadas com deterioração, e em segundo lugar competem com as bactérias ácido-láticas por substrato, que fermentam principalmente a etanol, contribuindo pouco para a preservação da silagem (WOOLFORD, 1990).

De acordo com Muck (2010), os fungos filamentosos são microrganismos estritamente aeróbios e indesejáveis em silagens e podem se desenvolver numa vasta variedade de compostos, atuam no consumo de açúcares solúveis e ácido láctico (AL), metabolizam celulose e outros componentes da parede celular e produzindo micotoxinas. A presença dos fungos é visual e é uma indicação de que a silagem é considerável de menor qualidade, são também motivo de preocupação por causa da sua produção de micotoxinas, que são geralmente produzidas sob condições de estresse e variam amplamente entre as espécies, são prejudiciais em relação à saúde dos animais ao se alimentarem de silagem contaminada.

No entanto, um excelente manejo durante o processo de ensilagem pode-se evitar a ocorrência em concentrações prejudiciais desse microrganismo na massa ensilada, mas isso,

dependerá de muitos fatores de como o silo foi vedado, compactação para retirada de oxigênio do alimento, área com pequeno declínio, solo bem drenado, ou seja, a água não tem dificuldade para se infiltrar (MACÊDO, 2017).

De acordo com Viega (2003), os microrganismos aeróbios (fungos, leveduras e bactérias), presentes na planta, também consome os açúcares que a planta disponibiliza para promover seu crescimento, predispondo a silagem a processos de aquecimento, escurecimento e perdas de energia e proteína. Deste modo, muitos fungos e leveduras podem sobreviver em ambientes com níveis de pH relativamente baixos, os meios ácidos restringem os seus crescimentos e pH igual ou menor que quatro proporcionando a silagens aerobiamente estáveis após a abertura do silo. No entanto, após abertura da silagem a matéria prima deve ser rapidamente fornecida para os animais, consumindo de modo rápido o alimento para que não haja alteração na replicação de microrganismo dentro do silo.

Segundo Pedroso (1998), durante o processo de ensilagem existe microrganismos aeróbicos ou aeróbicos facultativos, como leveduras, fungos e certas bactérias, e podem atingir altas concentrações, em quanto o ambiente se torna ainda apropriado para suas replicações. Dependendo da intensidade, o desenvolvimento destes microrganismos, 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. Na Figura 11, pode ser observado o desenvolvimento de fungos após a abertura do silo.

O oxigênio pode passar através do plástico ou entrar após a abertura do silo, 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 durante o período de o silo estiver fechado, após a abertura do silo recomenda utilização rápida da porção frontal do silo que está em contato com o oxigênio para evitar as perdas (CUNHA, 1991).



Figura 11 – Desenvolvimento de fungos após a abertura do silo de milho.

Fonte: internet revista o criado.

Com a multiplicação dos fungos presente na decomposição da silagem (principalmente após a abertura do silo), são caracterizados por muitos gêneros, incluindo os tipos termofílicos, este tipo de fungo não se desenvolve com sua replicação na temperatura abaixo de vinte graus célsius, para se replicarem a temperatura ideal e acima de sessenta grau célsius (McDONALD et al., 1991).

2.4.5. Leveduras

De acordo com McDONALD et al. (1991), as leveduras são capazes que se reproduziram em baixas proporções de oxigênio e em ambientes com pH muito ácido ($\text{pH} < 4,0$) ocorrendo a sucessão de populações ao longo das etapas de ensilagem.

Para Michel et al. (2015), a entrada de oxigênio no silo após a abertura torna-se totalmente prejudicial, pois favorece o crescimento de leveduras e fungos. Esses microrganismos degradam os carboidratos solúveis e o ácido lático com produção de calor e aumento de pH, no entanto, este fator deve ser controlado de acordo com o pH.

Deste modo, os microrganismos que são os principais envolvidos na deterioração aeróbia são as leveduras e os fungos (SANTOS et al., 2013), apesar de ter influência de algumas bactérias acéticas que participarem.

As leveduras são em sua maioria aeróbias estritas, porém podem ficar dormentes dentro do silo até que seja aberto, quando receberá a entrada de ar novamente na massa ensilada (PAHLOW et al., 2003 e ROCHA et al., 2006). São as primeiras a se desenvolverem, pois são capazes de se reproduzir em ambientes com pouco oxigênio e com pH mais ácido (MUCK, 2010).

De acordo com Moraes (2019), boas práticas de manejo do silo são essenciais para garantir a qualidade da silagem, o tipo de forragem pode favorecer o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis tais como os fungos filamentosos (FF) e leveduras (DRIEHUIS et al., 2018; OGUNADE et al. 2018). Na abertura do silo, a exposição ao oxigênio favorece o crescimento de fungos e leveduras contribuindo para diversos danos, assim, os últimos tem sido as principais responsáveis por iniciar o processo de deterioração aeróbia (MUCK et al., 2010; e SIQUEIRA et al., 2005).

Do mesmo modo Pedroso (1998) relatou que a multiplicação microbiana tem início com a abertura do silo, ou ocorre com a infiltração de oxigênio durante a fase estável, sendo que a principal diferença desta estabilidade se encontra na quantidade de oxigênio disponível para os microrganismos. De maneira geral tanto no descarregamento do silo, quanto na retirada do alimento ensilado, os microrganismos na superfície exposta da silagem têm acesso ilimitadas na quantidade de oxigênio, o que permite que se multipliquem rapidamente.

De acordo com Motta (2020), os fungos de modo geral são demonstrados como os principais responsáveis pela deterioração aeróbia de silagens, com destaque para as leveduras e fungos filamentosos. As populações de leveduras variaram de $< 102 \text{ UFC g}^{-1}$ de forragem até 1012 UFC g^{-1} em menos de 03 dias após abertura do silo. Com a fragilidade da silagem para a deterioração aeróbia a função da população de leveduras sendo que se a silagem apresenta populações acima de 105 UFC.g^{-1} o problema estará se instalando no sistema.

De acordo com Mousquer (2013), as estratégias básicas no manejo do silo são parâmetros que evitarão perdas e prejuízos desnecessários. Cuidados como zelo e capricho na retirada e utilização da silagem são de fundamental importância. Sendo assim, após a abertura do silo, diariamente, deve-se descartar as partes estragadas (escuras, podres) e as partes com presença de mofo (fungadas). Silagens com essas características possuem elementos tóxicos que poderão causar sérios problemas à saúde dos animais, podendo levar até a morte.

A importância a ser tomada no processo de ensilagem é a determinação do conteúdo de MS da planta ensilada. O conteúdo de MS influencia problemas potenciais que podem ocorrer durante o processo de fermentação da forragem. Silagens com menos de 30% de MS (Figura 12), podem apresentar altas quantidades de efluentes e fermentação por bactérias do gênero *Clostridium*, resultando em perdas apreciáveis, em forragem mais secas (particularmente acima de 50% de MS), as perdas podem ser altas durante o murchamento devido a precipitação e danos mecânicos (REIS et al., 1998).

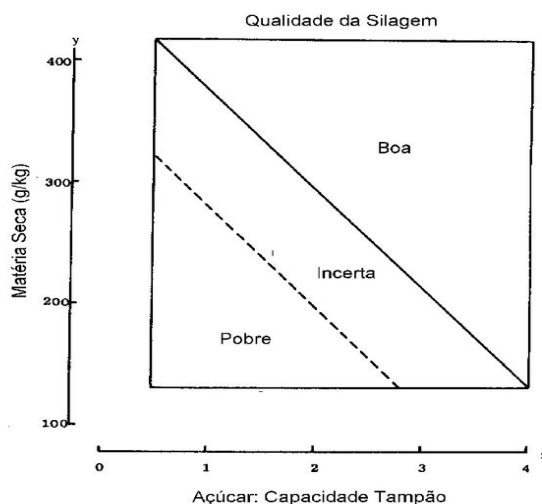


Figura 12. Relação entre conteúdo de matéria seca e proporção açúcar, capacidade tampão e seus efeitos na qualidade final das ensilagens.

Fonte: adaptado de Woelford (1984).

2.5. DESIDRATAÇÃO DA FORRAGEM

No processo de desidratação a remoção parcial de água da forragem, perante seu emurchecimento, também denominada de pré-secagem tem como finalidade restringir a extensão da fermentação durante o processo de conservação de forragens através da ensilagem e reduzir a incidência de fermentação secundárias indesejáveis (REIS et al., 2001).

Em condições que a forragem é cortada e espalhada a campo para ocorrer o processo de desidratação ou secagem das mesmas, todavia, acontece a perda de umidade intensamente nas plantas ainda vivas. Uma vez que o caule e folhas foram decepados ou separados das raízes, aonde se dá a sua origem da própria massa verde, a partir da cortagem das plantas, ocasiona a perda de umidade que durante o processamento da matéria prima perdida e não é reposta, após disso, começa o murchamento imediatamente após o corte, a abertura dos estômatos se dilatam e pode aumentar durante o processo de secagem da forrageira, mas rapidamente decresce com a secagem (MACDONALD; CLARK, 1987).

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

O teor de umidade do conteúdo vegetal a ser ensilado é um dos principais fatores que devem ser considerados para a redução máxima das perdas, tem grande influência nas reações

químicas que ocorrerão durante o armazenamento da silagem, interferindo no valor nutritivo da matéria prima (COSTA, 2008).

Além disso, com a ausência total do ar na forrageira é um dos fatores a ser imprescindível porque a respiração da planta consome os carboidratos disponíveis para a fermentação natural de ácido lático. O ar deixado dentro do silo ou nele penetrando por danos causados no manuseio do fechamento do silo, prolongarão a respiração das plantas ensiladas e, em consequência, o conteúdo de carboidratos solúveis será reduzido, aumentando as perdas de nutrientes e diminuindo a quantidade de ácido lático no produto final (RUXTON; MCDONALD, 1974).

2.5.1. Corte e pré-secagem

Deste modo, sabendo-se que o corte da forrageira pode ser realizado de forma manual ou mecânica. O corte manual pode ser feito com facão, foice, goiva, cutelo, entre outros. O corte mecânico é realizado com máquinas especializadas que podem ou não ter dispositivo de esmagamento do material cortado. Esse corte mecânico pode ser feito também por tração animal ou por roçadeira do tipo costal (CANDIDO, 2020).

Após isso, o estágio vegetativo da planta e seus processos de maturidade possui papel primordial na confecção de competência de uma boa silagem, isso porque o processo de ensilagem visa apenas a conservar a planta com o valor nutritivo do momento em que for cortada até quando for fornecida para os animais. Conforme observado na Figura 1, com o avançar da idade das plantas, temos uma maior produção de matéria seca (MS), contudo isso vem associado a uma elevação nos teores de compostos estruturais, como celulose, hemicelulose e lignina, e, paralelamente, diminuição do conteúdo celular (carboidratos, proteína etc.), comprometendo, assim, a qualidade do material a ser ensilado (VAN SOEST, 1994).

Além dessas alterações, com o avançar da idade da planta, ocorre uma diminuição na relação folha/colmo, resultando em modificações na estrutura das plantas. Com isso, as plantas mais velhas apresentam menor quantidade de nutrientes que podem ser aproveitados pelos animais, é importante sabermos a idade de cada planta a ser ensilada, visto que o momento da colheita varia com o tipo de forragem a ser cultivadas, com a variedade ou híbrido selecionados e com o teor de matéria seca no momento do corte (CANDIDO, 2020).

2.6 FATORES AMBIENTAIS E QUALIDADE DE FORRAGEM SOBRE O PROCESSO DE ENSILAGEM

De acordo com Reis; Rodrigues, (1998), o processo de secagem da forrageira no campo envolve perda e absorção de água. Com a forragem espalhada durante a radiação solar, a água se locomove entre a planta e o ambiente até atingir um valor adequado para o armazenamento da massa forrageira. Este movimento de perda e ganho de água da planta são fatores ambientais que se torna movimento cíclico e alterando o teor de água das plantas. Via de regra, a planta perde água durante o dia, a menos que ocorra chuva e sereno, à noite, com alta umidade, ocorre reumedecimento.

Existe uma grande variedade de forrageiras que podem ser utilizadas para a produção de ensilagem. Os valores nutritivos da forrageira é fundamental para se conseguir uma silagem de boa qualidade. Entre as mais indicadas estão exemplos de algumas delas como, milho, sorgo, capim elefante (Cameron e Napier). Assim, A ensilagem das leguminosas é mais difícil no processo de ensilamento comparado com relação a das gramíneas. No entanto, elas podem apresentar bons resultados quando usadas em mistura com gramíneas, na proporção de 10 a 20%. Além disso, contempla-se em que a silagem, ao final do processo, tem um valor nutritivo ligeiramente inferior ao material de origem, essa diferença será menor quanto maior for a eficiência no preparo da silagem (CÂMARA, 2000).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com a literatura o processo de ensilagem, ou seja, a conservação de plantas forrageiras por ser um processo de fermentação anaeróbica dos microrganismos é complexo que envolve várias fases. Assim, o produtor e técnicos deverão estar atentos aos cuidados e procedimentos operacionais que deverão ter em cada etapa começando pela qualidade da planta forrageira a ser ensilada, tipos de equipamentos e tamanho da partícula a ser ensilado e ao próprio processo de fermentação microbiana que deverá estar dentro de condições adequadas de carboidratos solúveis, teor de umidade, quantidade de inoculantes, nível de dióxido de carbono adequados para uma ótima fermentação e consequentemente uma excelente conservação do material ensilado.

Além disso, dependerá das condições financeiras do produtor para ter uma silagem de qualidade, porque requer gastos operacionais, mão de obra, valores de produtos a serem utilizados na preparação da silagem, quando não há nenhum tipo de máquina o processo pode ser realizado manual em pequena dimensão do silo.

REFERÊNCIAS

- A.J.C.L.B, 2020, **Produção e utilização de silagem**, Universitária da Universidade Federal do Ceará. (Acesso em 02/09/2022). (Disponível no link: [2020_fermentação.pdf](#)).
- AMARAL, R. C.; BERNARDES, T. F, **Silo bag: uma interessante alternativa no armazenamento da silagem**, 2009. Disponível em: <http://www.milkpoint.com.br/radartecnico/conservacaodeforragens/silobagumainteressantealternativanoarmazenamento-da-silagem57144n.aspx>. Acesso em 01 out. 2022.
- ARAÚJO. G. G. L; VOLTOLINI.T.V; SOUZA.R.A 2014. **Silagem de Capim-buffel: Alternativa para a Alimentação de Ruminantes na Região Semiárida**. EMBRAPA, MAPA, Petrolina, PE. (Acessado em 29/08/2022). (Disponível no link: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/114740/1/SDC259.pdf>)
- ANJOS.G.V.S, 2017, **Efeito da reensilagem e do uso de inoculante microbiano na silagem de sorgo**. Belo Horizonte, 2017. (Acessado em 06/09/2022). (Disponível no link: [disserta_o_mestrado_vers_o_final_gustavo aspctos.pdf](#)).
- ASSIS, B.M.S, formatação em slides, **como é realizado o processo de ensilagem?** 03/09/2021 (Acessado no dia, 05/10/2022). (Disponível no link: [como-e-realizado-o-processo-de-ensilagem aulas pode consutr.pdf](#))
- ÁVILA, C.L.S; PINTO, J.C; EVANGELISTA, A.R; MORAIS.A.R; FIGUEREIDO.H.C.P; TAVARES. V. B. Perfil de fermentação das silagens de capim-tanzânia com aditivos-teores de nitrogênio amoniacal e pH. **Cienc. Agrotec.**, v.27, n.5, p.1144-1151, 2003.
- ÁVILA, C. L. S. **Isolamento e uso de *Lactobacillus buchneri* na ensilagem de capim-mombaça e cana-de-açúcar**. 2007. 175 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.
- BARBOSA, H. S. **Tecnologia para produção de silagem** - Silagem de milho segunda safra informacional. Cassilândia, MS: UEMS, 2020, 47p. Dissertação (Mestrado) – Agronomia – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2020.
- BERNARDES, T. F. **Controle da deterioração aeróbia de silagens**. 2006. 103p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2006.
- BERNADES. T. F. Estabilidade aeróbia da ração total e de silagens de capim-marandu tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista brasileira de zootecnia**. 2007, v.36, n.4, p.754-762.

BERNARDES, T. F. **Características fermentativas microbiológicas e químicas do capim marandu (*Brachiaria Brizantha* Stapf cv. Marandu) ensilado com plopa cítrica peletizada.** 118 f. 2003. Dissertação: Mestrado em Zootecnia – Unesp – Jaboticabal. 2016.

BOLSEN, K. K., ASHBELL, G., WEINBERG, Z. G, Silagem fermentation and silage additives – Review -. **AJAS**, v. 9, p. 483 – 493, 1996.

BORREANI, G.; TABACCO, 2010. **The relationship of silage temperature with the microbiological status of the face of corn silage bunkers.** Journal of Dairy Science 93: 2620- 2629

BOARINI.L, 2013. **Identificação de *Clostridium perfringens* e *Salmonella spp.* em suínos adultos utilizando a técnica de PCR (reação em cadeia da polimerase).** Dissertação.

Boarini. L, 2013 **Identificação de *Clostridium perfringens* E *Salmonella spp.* EM SUÍNOS ADULTOS UTILIZANDO A TÉCNICA DE PCR (REAÇÃO EM CADEIA DA POLIMERASE)** Mestre em Microbiologia Agropecuária no campus de jaboticabal. (Acessado em 16/09/2022). (Disponível no link: [boarini_l_me_jabo_clostridio_1.pdf](#)).

CÂMARA.J.A.S; NETO. R.B.A (2000) Conservação de forragem: fenação silagem. Teresina: Embrapa Meio Norte. 2000. 16p. (Embrapa Meio-Norte. (Acessado no dia 13/10/2022). (Disponível no link: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/95134/1/RT60001.pdf>

CANDIDO. M. J. D.; FURTADO. R. N. (2020) **Estoque de forragem para a seca Produção e utilização de silagem.** Fortaleza: Imprensa Universitária, 2020; PDF (Estudos da Pós-Graduação). (Acessado no dia 12/10/2022); (Disponível no link: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/53687/1/2020_liv_mjdcandido.pdf

CARVALHO, I. Q, **Tecnologia de produção de silagem de milho em sistema de produção de leite.** 2013, 82 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração Pastagens e Forragicultura, 2013.

CARVALHO. L. O. D. M. JUNIOR. J. de B. L.; ALVES. O dos S. **Instalações zootécnicas visando a produção de silagem.** EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. Belém-PA. 2004 (Acessado em 26/08/2022). (Disponível no lik: [*Instalacoes-zootecnicas_silo_trincheira.pdf](#))

CASAGRANDE. M. F 2016. **Quantificação de enterobactérias e *Clostridium spp.* e detecção molecular de *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli* e *Salmonella spp.* em pontos da cadeia produtiva de carne de frango.** Tese em colação de grau em Doutor em Microbiologia Agropecuária. (Acessado em 16/092022). (Disponível no link: [casagrande_mf_dr_jabo_int_clostridium_1.pdf](#).)

CASTRO, F. G. F.; NUSSIO, L. G.; HADDAD, C. M.; CAMPOS, F. P.; COELHO, R. M.; MARI, L. J.; TOLEDO, P. de A. 2006. **Perfil microbiológico, parâmetros físicos e estabilidade aeróbia de silagens de capim-tifton 85 (Cynodon sp.) confeccionadas com distintas concentrações de matéria seca e aplicação de aditivos**. Revista Brasileira de Zootecnia 2006 Sociedade Brasileira de Zootecnia ISSN impresso: 1516-3598 ISSN on-line: 1806-9290, v.35, n.2, p.358-371, 2006 (acessado em 22/09/2022). (Disponível no link: [download leveduras.pdf](#))

COAN, R. M.; REIS, R. A.; GARCIA, G. R.; SCHOCKEN-ITURRINO, R. P.; FERREIRA, D. de S.; RESENDE, F. D.; GURGEL, F. do A. 2007, **Dinâmica fermentativa e microbiológica de silagens dos capins Tanzânia e Marandu acrescidas de polpa cítrica peletizada**. Revista Brasileira de Zootecnia. v.36, n.5, p.1502-1511, 2007. (Acessado em 09/09/2022). (Disponível no link: [download enterobactéria.pdf](#)).

COLLINS, C. H., LYNE, P. M, **Microbiological methods**. Butterworths & (Publishers), London. 1989, 524p.

COLLINS, M. Hay **preservation effects on yield and quality**. In: **Post-harvest physiology and preservation of forages**. Moore, K.J., Kral, D.M., Viney, M.K. (eds). American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin.1995. p.67-89.

CORRÊA, L. A., CORDEIRO, C. A, **Silagem de capim como estratégia de manejo intensivo de pastagens**. São Carlos:EMBRAPA-CPPSE. 2000. 6p. (EMBRAPA-CPPSE. Comunicado técnico, 26).

CRUZ, J. C, **Cultivares de milho para silagem**, Embrapa, Sete Lagoas, MG. 1998 (Acessado em 05/09/2022.). (Disponível no link: [começo 1.pdf](#)).

CUNHA, T.J, et.al **Horse: feeding and nutrition**. 2ed. Califórnia: Academic Press, 1991. 445p.

DANIEL, J. L. P, et.al BERNARDES, T. F.; JOBIM, C. C.; SCHMIDT, P.; NUSSIO, L. G. Produção e utilização de forragens em áreas tropicais com foco no Brasil. **Ciência da Forragem**, V. 12, P37-43, 2019.

DESTRI, J, **Parâmetros fermentativos e nutricionais de silagem de milho e aveia branca com baixos teores de matéria seca e inoculadas com aditivo microbiano e enzimático**. 56 f, 2021. Dissertação (mestre em Zootecnia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos. 2021.

DRIEHUIS, F. **Silage review: Animal and human health risks from silage**. Journal of Dairy Science, v. 101, n. 5, 2018.

DRIEHUIS, F.; ELFERINK S. J.; SPOELSTRA, S. F, et.al **Anaerobic lactic acid degradation during ensilage of whole crop maize inoculated with lactobacillus buchneri inhibits yeast growth and improves aerobic stability.** Journal of Applied Bacteriology. p. 583-94. Out.1999.

DROUIN, P.; LAFRENIERE, C, et.al **Clostridial spores in animal feeds and milk.** In: CHAIYABUTR, N. (Ed.) Milk production: an up-to-date overview of animal nutrition, management and health. Rijeka: Intech. P.375-394. 2012.

MUCK, R.E., BOLSEN, K.K, **Silage preservation and additive products.** Field Guide and Silage Management in North America, p.105-126, 1991.

FILYA, I. Nutritive value and aerobic stability of whole crop maize silage harvested at four stages of maturity. **Animal Feed Science e Technology**, v116, p.141–150, 2004.

GRANADA, G., ROSA, V., ZAMBIAZI, R., KOETZ, P, **Caracterização de granolas comerciais.** Ciênc.Tecnol.Aliment., Campinas, 23(1): 87-91, jan.-abr. 2003.

GUARRO, J., GENÉ, J., STCHIGEL, A. M, Developments in fungal taxonomy. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 12, p. 454-489, 1999.

GUIM, A, **Produção e avaliação de silagem.** In: SIMPÓSIO PO DE FORRAGEIRAS NATIVAS, 3. 2002. Anais... Areia: UFPB, 2002. CD-ROM.

GUIMARÃES, I. C. O., PEREIRA, J., CORNÉLIO, V.M.O., BATISTA, L.R., EVANGELISTA, R.M., FERREIRA, E.B. **Comparação de metodologias para detecção de fungos em arroz irradiado.** Revista Instituto Adolfo Lutz. São Paulo, v. 69, n. 2, p. 194-200, 2010.

HENDERSON, N. Silage additives. **Animal Feed Science and Technology**, New York, v. 45, p. 35-56, 1993.

HOLMES, B.; MUCK, R.E, [2000]. **Preventing silage storage losses.** Disponível em: . Acesso em: 05 out. 2022.

HONIG, H, Reducing losses during storage and unloading of silage. In: EUROPEAN GRASSLAND FEDERATION FORAGE CONSERVATION TOWARDS 2000 CONFERENCE, 1991, Braunschweig. **Proceedings...Anais.** Braunschweig: [s.n.], 1991. p.116-128.

HELRISEL, P. A. **Adição de celulase e período de fermentação na composição bromatológica e digestibilidade de silagens de capim-Mombaça** .2017. 32 f. Dissertação: Mestrado em Agronomia, Universidade Federal de Goiás – Jatai. 2017.

JUNGES, D, **Aditivos microbianos na silagem de milho em diferentes tempos de armazenamento e avaliação da estabilidade aeróbica por termografia em infravermelho**. 2010. 100 f. Dissertação (mestrado) Universidade Federal do Paraná – Curitiba – 2010.

KUNG, Jr., L.; CHEN, J. H.; KRECK E. M. Effect of microbial of corn silage for inoculants on the nutritive value lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.76, p.3763-3770. 1993.

KUNG JR., L, **Side effects of microbial inoculants on silage fermentation In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION**, 1., 2009, São Pedro. Proceedings... Piracicaba: FEALQ, 2009. p.7-26.

LEONEL F. P. **Consórcio capim-braquiária com milho ou soja: produção e composição químico-bromatológica das silagens**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 166p. (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2007.

MACÊDO.A.J. da S, SANTOS, E. M., 2019. **PRINCÍPIOS BÁSICOS PARA PRODUÇÃO DE SILAGEM**. Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR. Umuarama, v. 22, n. 4, p. 147-156, out. Dez. 2019. (Acessado em 29/08/ 2022. (Disponível no link: [fese pré-fechamento.pdf](#))

MACDONALD, A.D.; CLARCK, E.A. **Water and quality loss during field drying of hay**. Adv. in Agron., Madison. v. 41, p. 407-437. 1987.

MAGALHÕES.J.A; PEREIRA.A.R.G; TOWNSEND.C.R; COSTA.N.L (2008). **Processos de ensilagem e plantas a ensilar**. - Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2008. (Acessado no dia 17/10/2022). (Disponível no link: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/709696/1/cpafro-13288-doc124.pdf> .

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J.E,et.al The **biochemistry of silage**. 2. ed. Marlow: ChalcombePublications,340. 1991.

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R, AND HERON, S. 1991. The **biochemistry of silage**. 2nd ed. Holcombe Publications, Marlow. 1991.

McENIRY, J., O'KIELY, P., CLIPSON, N. J. W., FORRISTAL, P. D. E DOYLE, E. M., 2007. The relative impacts of wilting, chopping, compaction and air infiltration on the conservation characteristics of ensiled grass. **Grass and forage Science**, v.62, p.70-484, 2007.

MELDAU. D. C, 2009. **Silagem**. (UFMS, 2009). (Acessado em 25/08/2022). Disponível no link: [Silagem - Ensilagem - Zootecnia - InfoEscola](#)

MICHEL.P.H.F, 2015, **Qualidade de silagens de sorgo reensiladas com e sem inoculante microbiano**. Escola de Veterinária da UFMG. Belo Horizonte, 2017. (Acessado em 06/09/2022). (Disponível no link: [começo 5.pdf](#)).

MIRANDA.G.S, 2017, **INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NO ARMAZENAMENTO E NA QUALIDADE DA SILAGEM DE FORRAGEIRAS TROPICAIS**, CRUZ DAS ALMAS - BA 2017. (Acessado em 06/09/2022). (Disponível no link: [começo 4.pdf](#)).

MORAES.E.A; RAMOS.A.K.B 1998, **Como produzir silagem**. (Acessado em 27/08/2022). (Disponível no link: [file:///C:/Users/User-PC/Desktop/comtec75%20ANO%201998%20COMINICADO%20TECNICO.pdf](#))

MORAIS. L. de B. (2019). **DIVERSIDADE DE FUNGOS EM SILAGENS DE MILHO INOCULADAS COM *Lactobacillus buchneri* (CCMA1366) OU *Lactobacillus farraginis* (CCMA1362)**.

MORAIS, J. P. G, de. Silagem de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS. 7., 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 89-95.

MOUSQUER, C.J.; SILVA. M. R.; CASTRO. W. J. R.; FERDANDES. G. A.; FERDANDES. F. F. D.; FILHO. A. S. S.; FEIJÓ. L. C.; FERREIRA. V. B. 2013, **Potencial de utilização de silagem de gramíneas tropicais não convencionais e cana-de-açúcar**. PUBVET, Londrina, V. 7, N. 22, Ed. 245, Art. 1622, Novembro, 2013. (Acessado no dia 29/09/2022). (Disponível no link: https://www.researchgate.net/profile/Merik-Rocha-Silva/publication/311097088_Potencial_de_utilizacao_de_silagem_de_gramineas_tropicais_nao_convencionais_e_cana-de-acucar/links/5871a56208ae6eb871c096fc/Potencial-de-utilizacao-de-silagem-de-gramineas-tropicais-nao-convencionais-e-cana-de-acucar.pdf)

MUCK, R.E., BOLSEN, K.K, **Silage preservation and additive products**. Field Guide and Silage Management in North America, p.105-126, 1991.

MUCK, R.E, Inoculation of silage and its effects on silage quality. In: INFORMATIONAL CONFERENCE WITH DAIRY AND FORAGE INDUSTRIES, 1996, Madison. Proceedings... Madison: USDFRC, 1996. p.43-51.

MUCK, R.E, Factors influencing silage quality and their implications for management. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.11, p.2992-3002, 1988.

MUHLBACH, P.R.F, **Silagem: Produção com controle de perdas**. In: LOBATO, J.F.P.; BARCELOS, J.O.J.; HESSLER, A.M. Produção de bovinos de corte. Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica, 1999. p.97-120.

MUCK, R.E et.al SCHINNES, K.J. 2001. Conserved forages (silage and hay): Progress and priorities. In. International Grassland Congress. XIX. 2001. São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: Brazilian Society of Animal Husbandry. p.753.

MUCK, R. E, Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V.39, p.183-191, 2010.

NETO. R.B.A & CAMARA, J.A. S. 2000. **CONSERVACAO DE FORRAGEM: fenação e silagem**. Teresina: Embrapa MeioNorte. 2000. 16p. (Embrapa Meio-Norte. Recomendações Técnicas, 6). (Acessado no dia 09/11/2022). (Disponível no link: [Embrapa 1.pdf](#))

NOVINSKI, C.O, **Composição de micotoxinas e bromatologia de silagens de milho em silos de grande porte utilizando imagens em infravermelho**. 2013. Dissertação (Mestrado em ciências veterinárias) – Universidade Federal do Paraná, 2013. 83f.

OGUNADE, I. M. Silage review: Mycotoxins in silage: Occurrence, effects, prevention, and mitigation. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 5, 2018

OLIVEIRA.J.S, 2021; MARTINS.C.E. **Silagem**. Embrapa. Dezembro, 2021. (Acessado em 25/ 08/2022). (Disponível no link: <file:///C:/Users/User-PC/Desktop/Silagem%20-%20Portal%20Embrapa%20começo%20da%20pesquisa.html>)

OLIVEIRA, P.C.S, **Qualidade na produção de silagem de milho**. PUBVET, Londrina, V. 8, N. 4, Ed. 253, Art. 1672, Fevereiro, 2014.

PEDROSO.A.F, 2003. **RINCÍPIOS DA PRODUÇÃO E MANEJO DE SILAGENS**. Embrapa pecuária Sudeste. (Acessado em 02/09/2022). (Disponível no link: [1.pdf](#))

PEREIRA.E.S; CARNEIRO.M.S.S; PIMELTEL.P.G, 2020. **QUALIDADE E VALOR NUTRITIVO DE SILAGENS** Imprensa Universitária da Universidade Federal do Ceará (UFC) Av. da Universidade, 2932, fundos – Benfica – Fortaleza – Ceará. Impresso no Brasil / Printed in Brazil. (Acessado em 09/03/2023). Disponível no link: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/53687/1/2020_liv_mjdcandido.pdf

PAHLOW, G.; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F.; DRIEHUIS, F.; STEFANIE J. W. H. ELFERINK, O.; SPOELSTRA, S.F. Microbiology of ensiling. Silage science and technology, n. 42, p.1-62, 2003. Disponível em: Acesso em: 19 jan. 2018.

PAHLOW, G, **Role of microflora in forage conservation**. In PAHLOW, G.; HONIG, H. (Ed.) Forage conservation towards 2000. v.1. Braunschweig: European Grassland Federayion, 1991, p.26-36.

PAULA. T. A.; VÉRAS. A. S. C.; GOMES. R. N.; FERREIRA. M. de A. 2021, **Produção de Silagem: Aspectos Agrônômico e valor Nutricional em Regiões Semiáridas**. REVISÃO SISTEMÁTICA, (v. 25, n. 2, p. 127 – 154). Agosto de 2021. Arquivos do Mudi, 2015. (Acessado em 25/08/22). Disponível no link: [56240-Texto do artigo complemento de começo\).pdf](#)

PEDROSO.A. F, 2003 **PRINCÍPIOS DA PRODUÇÃO E MANEJO DE SILAGENS**. Pesquisador, Doutor; Embrapa Pecuária Sudeste. (Acessado em 09/09/2022). (Disponível no link: [PRINCIPIOS DA PRODUCAO E MANEJO DE SILAGENS primeiros passo.pdf](#)).

PENN STATE, PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY, 2004. **From harvest to feed: Understanding silage management**. State College: Pennsylvania State University. 2004.

PENTEADO, D. C. S.; SANTOS, E. M.; de CARVALHO, G. G. P.; de OLIVEIRA, J. S.; , A. M.; Pereira, O. G.; Ferreira, C. L. L. F. 2007, **INOCULAÇÃO COM LACTOBACILLUS PLANTARUM DA MICROBIOTA EM SILAGEM DE CAPIM-MOMBAÇA**. Archivos de Zootecnia. vol. 56, núm. 214, pp. 191-202, 2007. (Acessado em 09/09/2022). (Disponível no link: [49521409 enterobactéria.pdf](#)).

PEREIRA. R. G. A, TOWNSEND. C. R. 2008, **Processos de ensilagem e plantas a ensilar**. Porto Velho, RO Embrapa 2008, 1ª edição (Acessado em 09/09/2022). (Disponível no link: [cpafro-13288-doc124 enterobactéria.pdf](#)).

PEREIRA.G.N.B, 2016, **PERFIL FERMENTATIVO DA SILAGEM DE CANA DE-AÇÚCAR COM ADITIVOS MICROBIANOS**, Rio Verde – GO, Out, 2016. (Acessado em 05/09/2022). (Disponível no link: [começo 2.pdf](#).)

FIGURINA, G, **Fatores que afetam o valor nutricional e a qualidade da fermentação da silagem**. In: **Pastagem e produção animal de sistemas intensivos**. Montevideo: Instituto Nacional de Investigacion Agropecuaria, 1991. p.77-92.

PITT, R. E, **Silage and hay preservation**. Ithaca:Northeast Regional Agricultural Engineering Service, 1990. 53p. (NRAES-5).

P.R.G.A, 2008, **Processos de ensilagem e plantas a ensilar**. - Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, junho de 2008. (Acesso em 02/09/2022). (Disponível no link: [bacteria referencia.pdf](#)).

REIS, R. A., COAN, R. M, Produção e utilização de silagens de gramíneas. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS. **Anais...** Goiânia:CBNA, 2001, p. 91-120.

REIS, R.A; MOREIRA.A.L.(2022) **CONSERVAÇÃO DE FORRAGEM COMO ESTRATÉGIA PARA OTIMIZAR O MANEJO DAS PASTAGENS**. (Acessado dia 09/10/2022). (Disponível no link: [conservacao_de_forragens_goiânia GO.pdf](#)

RESTELATTO. R, **Perfil fermentativo, composição químico-bromatológica e perdas na silagem de ração em mistura total**. 119p. 2018. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Paraná. Programa de pós-graduação em Zootecnia. 2018.

REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R. A, Aditivos para a produção de fenos. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 34, Anais dos Simpósios..., Botucatu. 1998. Wechsler F. S. (ed) Sociedade Brasileira de Zootecnia, Botucatu. 1998. p.109-152.

ROTZ, C.A., MUCK, R.E, 1994. Changes in forage quality during harvest and storage. In: Fahey Jr., G.C. Forage quality, evaluation, and utilization. Madison. **American Society of Agronomy**. p.828-868.

RUXTON, I. B.; McDONALD, P The influence of oxygen on silage, 1. Laboratory studies. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 25, p. 107-15, 1974.

SANTOS, A. O.; ÁVILA, C. L. S.; SCHWAN R. F, Selection of tropical lactic acid bacteria for enhancing the quality of maize silage. **Journal of Dairy Science**, v. 96, p. 7777-7789, 2013.

SANTOS, S. F.; GONÇALVES, M. F.; RIOS, M. P.; RODRIGUES, R. D.; GOMES, L. R.; RODRIGUES, G. G.; SOUZA, R.R.; FERREIRA, I.C. Principais tipos de silos e microrganismos envolvidos no processo de ensilagem. **Veterinária Notícia**., Uberlândia, v.19. n.2, p.140- 152, 2013.

SAVOIE, P.; JOFRIET, J. C, **Silage storage**. In: BUXTON, D. R.; MUCK, R. E.; HARRISON, J. H. (Ed.). Silage science and technology. Madison: ASA, 2003. chap. 9, p. 405-469. (Agronomy, 42).

SAVOIE, P.; TREMBLAY, D.; THERIAULT, R.; WAUTHY, J.M.; VIGNEAULT, C, **Forage chopping energy vs. length of cut**. Transactions of the American society of agricultural and biological engineers, St, Joseph, v. 32, p. 437-442, 1989.

SCHMIDT, P.; SOUZA, C.M.; BACH, B.C, **Uso estratégico de aditivos em silagens:** Quando e como usar? In: JOBIM, C.C.; CECATO, U.; CANTO, M.W.; BANKUTI, F.I (eds.), **SIMPÓSIO: PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS**, 5.ed., Maringá, 2014. Anais... Maringá: UEM, 2014. p.243-264.

SCHROEDER, J. W, **Corn gluten feed: composition, storage, handling, feeding and value.** North Dakota State University, 2010. Disponível em: Acesso em: 5 de out. de 2022.

SILVA.J.M, 1995. **Silos, Silagem e Ensilagem.** Campo Grande, MS (14/02/95). (Acessado em 25/08/22). Disponível no link: [cnpqc-divulga-02 como d=e feito o começo do processo da silagem.pdf](#)

SILVA, L. C. B. A **qualidade das silagens de milho** (Zea mays L.) e azevém Italiano (Lolium multiflorum Lam.) e a sua influência na composição do leite: Um caso de estudo. 83 F. 2017. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Zootécnica – Produção Animal – Universidade de Lisboa, 2017.

SILVEIRA.T.F; Surge, C; Silva, M.G.B; Silveira, J.P.F; Lo Tierzo, V; Nascimento Junior,N.G 2010. **FASES DA FERMENTAÇÃO NO PROCESSO DE ENSILAGEM.** (Acessado no dia 12/11/2022). (Disponível no link: <https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox/QgrcJHsThhkwCxQKgXfwJjNmnQmbQjZCjDb?projector=1&messagePartId=0.1>)

SIQUEIRA, G. R.; BERNARDES, T. F.; REIS, R. A, **Instabilidade aeróbia de silagens: efeitos e possibilidades de prevenção.** In: REIS, R. A.; SIQUEIRA, G. R.; BERTIPAGLIA, L. M. A. (Ed.). **Volumosos na produção de ruminantes.** 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, p. 25-60, 2005

Silva MACÊDO, Alberto Jefferson; SANTOS, Edson Mauro; Silva OLIVEIRA, Juliana; Fernandes PERAZZO, Alexandre, 2017. **Microbiologia de silagens: Revisão de Literatura.** **Revista electrónica de Veterinária.** 2017 . V, 18 N° 9, SET. 2017. (Acessado em 29/08/2022). (Disponível no link: [prefechamento.pdf](#))

SULLIVAN, J.T, Drying and storing herbage as hay. In Chemistry and biochemistry of herbage. Buttler, G.W.; Bailey, R.W. (ed). V.1 Academic Press, London. p.1- 42. 1973.

TOMICH. T. R.; PEREIRA. L. G. R.; GONÇALVES. L. C.; TOMICH. R. G. P.; BORGES. I. 2003, **Características Químicas para Avaliação do Processo Fermentativo de Silagens: uma Proposta para Qualificação da Fermentação.** Embrapa DEZ. 2003, (Acessado em 09/09/2022). (Disponível no link: [DOC57 enterobactérias.pdf](#)).

VALADADRES FILHO.S.C.; SILVA.A.V; PEREIRA.O.G; GARCIA.R; CECON.P.R; FERREIRA.C.L.L.F (2005). **Composição Bromatológica e Digestibilidade in Vitro da Matéria Seca de Silagens de Milho e Sorgo Tratadas com Inoculantes Microbianos.** Composição Bromatológica e Digestibilidade R. Bras. Zootecnia, v.34, n.6, p.1881-1890, 2005 In vitro da M. (Acessado no dia 17/10/2022). (Disponível no link: [inoculantes 4.pdf](#))

VAN SOEST, P. J, **Nutritional ecology of the ruminants.** 2nd ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476 p.

VILELA, D, **Aditivos na ensilagem: quando e como utilizar.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2006. (Instrução técnica, 15).

VITTORI. J, 2009. **Alterações microbiológicas e químicas na silagem de cana-de açúcar (Saccharum officinarum L.)** in natura e queimada, inoculadas ou não, com Lactobacillus buchneri. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Microbiologia Agropecuária. SP, 2009. (Acessado em 17/09/2022). Disponível no link: [vittori_j_me_jabo causa 1.pdf](#)

WEINBERG, Z.G.; MUCK, R.E, **New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage.** FEMS Microbiology Reviews, v.19, p. 53-68, 1996.

WOOLFORD, M.K **The detrimental effects of air on silage.** Journal of Applied Microbiology, v. 68, p. 101-116, 1990.

ZOPOLLATTO.M; DANIEL, J. L. P.; NUSSIO, L. G (2009). Aditivos microbiológicos em silagens no Brasil: revisão dos aspectos da ensilagem e do desempenho de animais. **R. Bras. Zootec**, v.38, p.170-189, 2009 (supl. Especial) (Acessado no dia 17/10/2022). (Disponível no link: [inoculante 3.pdf](#))

ZOPOLLATTO, M, **Conservação de forragens.** Curitiba: Senar, 2020, 108 p. (Acessado no dia 19/11/22. (Disponível no link: https://www.sistemafaep.org.br/wp-content/uploads/2021/11/PR.0349-Conservacao-de-forragens_web.pdf)

ZOPOLLATTO, M.; DANIEL, J. L. P.; NUSSIO, L. G. Aditivos microbiológicos em silagem no Brasil: revisão dos aspectos da ensilagem e do desempenho de 54 animais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.170-189, 2009.