

Aspectos Relacionados à Qualidade da Silagem de Sorgo

Aspects Related to Sorghum Silage Quality

Janaina Tayna Silva^a; Jean Kaique Valentim^a; Flávio Pinto Monção^b; Daniel Ananias de Assis Pires^b; Gabriela Duarte Oliveira Leite^c; Vicente Ribeiro Rocha Júnior^b; Eleuza Clarete Junqueira^b; Héllen Felicidade Durães^{*a}

^aUniversidade Federal da Grande Dourados, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Zootecnia. MS, Brasil.

^bUniversidade Estadual de Montes Claros. MG, Brasil.

^cUniversidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Zootecnia. MG, Brasil.

*E-mail: hellenfelicidade13@hotmail.com

Resumo

Objetivou-se com esta revisão demonstrar os principais aspectos relacionados com o processo de ensilagem, abordando os pontos críticos que podem elevar a perda de matéria seca, trazendo ainda as técnicas mais utilizadas para aumentar a recuperação de matéria seca, melhorando assim a qualidade da silagem, contribuindo para uma produção animal sustentável. Buscou-se nas principais bases de pesquisa: Web of Science, Elsevier, PubMed, Science Direct e Google Scholar, artigos dos vinte últimos anos, que relatavam este tema com enfoque no processo de ensilagem com enfoque na recuperação de matéria seca e nutrientes, discutindo os processos que podem afetar, negativamente, a qualidade da silagem. Utilizaram-se palavras chaves para buscas dos artigos como: “ensilagem”; “aditivos”; qualidade da silagem”; “sorgo”. O processo de ensilagem é complexo e pode ser influenciado por fatores intrínsecos e extrínsecos, mas quando feito de forma adequada e utilizando as tecnológicas disponíveis, como: filmes plásticos, considerados como boa barreira de oxigênio e aditivos microbiológicos se pode reduzir as perdas, corroborando para melhor composição química bromatológica, reduzindo custos com alimentação e potencializando a produção animal. A silagem de sorgo surge como uma alternativa viável para a regiões áridas e semiáridas, em função de suas características agrônômicas e seu bom valor nutricional.

Palavras chave: Aditivos. Estabilidade Aeróbia. Ensilagem. Perdas.

Abstract

The objective of this review was to demonstrate the main aspects related to the silage process, addressing the critical points that can increase the loss of dry matter, while also bringing the most used techniques to increase the dry matter recovery, thus improving the quality of the silage contributing to sustainable animal production. The main research bases were searched such as Web of Science, Elsevier, PubMed, Science Direct and Google Scholar, as well as articles from the last 20 years that reported on this topic with a focus on the silage process with a focus on the recovery of dry matter and nutrients, discussing the processes that can negatively affect the quality of the silage. Keywords were used to search for articles such as: “ensilage”; “additions”; silage quality”; “sorghum”. The ensiling process is complex and can be influenced by intrinsic and extrinsic factors, but when done properly and using available technologies, such as plastic films, considered as a good oxygen barrier and microbiological additives, it is possible to reduce losses, corroborating for better composition chemical chemistry, reducing feed costs and enhancing animal production. Sorghum silage appears as a viable alternative for arid and semi-arid regions, due to its agronomic characteristics and good nutritional value.

Keywords: Additives. Aerobic Stability. Silage. Losses.

1 Introdução

Em função da estacionalidade de produção e a irregularidade do período chuvoso, o sorgo começou a ganhar espaço na produção animal, principalmente, nas regiões áridas e semiáridas, conseguindo serem produtivas mesmo em condições desfavoráveis (SOUZA *et al.*, 2003). A adaptabilidade do sorgo decorre de suas características agrônômicas como sistema radicular bem desenvolvido, ser tolerante a solos ácidos tornando-o atrativo na produção animal (SANTIN, 2020).

Outra vantagem do sorgo é a sua alta produção de massa verde, aliada com baixo poder tampão e alta concentração de carboidratos solúveis, bom valor nutricional adequados para o processo de ensilagem, desde que ensilado no momento certo

(VERIATO *et al.*, 2018).

Por anos, os produtores não enxergavam a silagem como um dos principais investimentos em sua propriedade. Com o aumento do processo de intensificação de produção, a produção de silagem passou a ganhar destaque nas propriedades pelo fato de ser um método acessível para armazenar alimento de qualidade e em quantidade suficiente para os períodos de estacionalidade de produção, além disso pode influenciar na redução dos custos com concentrado (GOTTSCHALL *et al.*, 2006).

Na busca por reduzir os custos se percebeu que quando feito, de forma adequada, poderia reduzir as perdas da massa ensilada, ter um volumoso de excelente qualidade, reduzindo assim os custos na propriedade, além de potencializar o ganho

de peso, reduzindo o tempo de confinamento dos animais (DE ANDRADE RESENDE FILHO *et al.*, 2019).

Apesar do processo de ensilagem ser estudado há décadas, são necessárias novas pesquisas para buscar sempre reduzir perdas e potencializar o processo (BORREANI *et al.*, 2018). Nesse sentido, os produtores precisam conhecer o processo de ensilagem como um todo, voltando sua atenção nos pontos mais críticos de cada fase, só assim será possível atuar, de forma eficiente, no processo como um todo.

Sendo assim, esta revisão teve o objetivo de demonstrar os principais aspectos do processo de ensilagem, abordando os pontos críticos que podem elevar a perda de matéria seca, e trazer as técnicas mais utilizadas para aumentar a recuperação de matéria seca, melhorando assim a qualidade da silagem, contribuindo para uma produção animal sustentável.

2 Desenvolvimento

2.1 Metodologia

Buscaram-se artigos na principal base de pesquisa literária eletrônica: Web of Science e Google Scholar, utilizando termos de busca associados ou não, no plural ou singular, em inglês e em português, como: aditivos, estabilidade aeróbia, ensilagem, perdas, sorgo. Foram avaliados os anos de 1999 a 2020, buscando maior atualização dos dados obtidos (Quadro 1).

Quadro 1 - Inventário bibliométrico da pesquisa sistemática

| Palavras-chave | Arquivos pela Base de Dados | |
|---|-----------------------------|----------------|
| | Web of Science | Google Scholar |
| “Aditivos AND Sorgo” | 987 | 689 |
| “Aditivos AND Sorgo” AND “Ensilagem” | 258 | 129 |
| “Aditivos AND Sorgo” AND “Ensilagem” AND “perdas” | 120 | 110 |
| “Aditivos AND Sorgo AND “Ensilagem AND perdas AND estabilidade aeróbia” | 90 | 85 |
| “Aditivos AND Sorgo AND Ensilagem AND perdas AND estabilidade aeróbia AND REMS” | 77 | 55 |
| Arquivos eliminados | 50 | 47 |
| Total de Arquivos Utilizados | 35 | |

Fonte: dados da pesquisa.

Após os trabalhos selecionados, foi aplicado o teste de relevância dos dados, sendo definidos e aplicados os critérios de aceitação e de exclusão de artigos não relevantes, conforme metodologia proposta por Munoz (2002), utilizando questionário constituído por perguntas que geram uma resposta afirmativa ou negativa, que têm relação com o objetivo do estudo. Obtiveram-se as respostas das perguntas do questionário por meio da leitura do título, resumo e parte dos resultados dos artigos oriundos da busca bibliométrica. Para tal, dois avaliadores responderam “sim” ou “não” para as perguntas elaboradas, como:

- a data de publicação compreende o período de 2000 a 2020;
- as palavras chave estão no título e abstract.

Foram inclusos os artigos que apresentaram 100% de respostas SIM para as perguntas para ambos avaliadores. Como critérios de inclusão, foram selecionados estudos primários em português, inglês e espanhol, na íntegra online ou que pudessem ser acessados manualmente. Foram selecionados 35 arquivos, que foram utilizados para embasar a presente revisão bibliométrica. Alguns arquivos, com publicação anterior a 1999, foram utilizados em função da grande relevância do tema em questão.

2.2 Aspectos de qualidade da silagem

Para que ocorra, de forma eficiente, a conservação do valor nutricional da forrageira, precisa haver uma compactação adequada da massa ensilada, corroborando para uma ação simultânea de fatores como ausência de oxigênio, elevada pressão osmótica, fermentação e a produção de ácidos orgânicos (SUCU *et al.*, 2016). Para definir se o processo de ensilagem e a fermentação foram eficientes se deve acompanhar os níveis de matéria seca (MS), pH, nitrogênio amoniacal, pois além dessas análises serem de baixo custo, são bons indicadores da capacidade de fermentação da massa e digestibilidade do amido (FERRARETTO *et al.*, 2014).

O teor adequado de matéria seca (MS) no momento da ensilagem é muito importante, pois na MS é onde se encontram os nutrientes da forragem, além de ter influência direta no processo de compactação. Dias *et al.* (2010) recomendam que, no momento da ensilagem, o teor de MS esteja entre 30 e 35% para que ocorra uma boa fermentação e que o processo de compactação possa ocorrer de forma adequada. Quando o teor de MS está inferior ao adequado (30%) pode proporcionar uma compactação excessiva, levando a fermentação indesejada como a butírica, reduzindo assim o valor nutricional, além de aumentar as perdas por lixiviação (SUCU *et al.*, 2016), ainda segundo os autores, o teor de MS acima do recomendado pode ocasionar uma compactação mal feita, gerando bolsões de ar que tornam o ambiente propício para o desenvolvimento de micro-organismos indesejados como fungos e leveduras, promovendo perdas na qualidade da silagem.

Segundo França *et al.* (2011), uma silagem considerada de boa qualidade, além de apresentar o teor de matéria seca adequado à mesma, deve apresentar pH variando de 3,7 a 4,2, para que o processo de deterioração enzimática seja reduzido rapidamente. Valores de pH acima do preconizado são indicadores de que a massa pode não ter sido conservada adequadamente, reduzindo o crescimento de micro-organismos produtores de ácido láctico, corroborando para baixa produção de ácidos totais (KUNG *et al.*, 2007). É desejável que o pH da silagem reduza rapidamente após o processo de ensilagem, sendo esse influenciado pelo poder tampão da forragem, quantidade de carboidratos solúveis e

produção de ácidos orgânicos e microbiota presente.

Os principais ácidos orgânicos responsáveis pela queda do pH são: láctico, acético e propiônico. O teor de ácido láctico deve variar de 8 a 12%, ácido acético 2,5 % e o ácido propiônico deve ser de no máximo 0,3% (MCDONALD *et al.*, 1991). O ácido láctico é o principal ácido responsável pela diminuição do pH da silagem, principalmente, por ser produzido em maior quantidade, e pela sua maior constante dissociação em relação aos demais.

Apesar do ácido acético ser o ácido encontrado, em maior proporção, depois do láctico a sua principal função não é queda do pH, mas sim conter o crescimento de micro-organismos indesejáveis como os *clostridium* e leveduras, amenizando possíveis fermentações secundárias indesejadas. Apesar dos benefícios do ácido acético para o processo de ensilagem, quando encontrado em grandes proporções, o mesmo pode causar queda do consumo voluntário dos animais, quando associado aos elevados níveis de amônia (JUNGES *et al.*, 2013).

O valor de N-amoniaco deve ser inferior a 10% (KUNG JR *et al.*, 2018), indicando assim que houve baixa degradação de proteína e que o processo de fermentação ocorreu de forma adequada. Encontrar valores superiores ao preconizado pode ser indicio de manejo de ensilagem feito de forma incorreta ou que ocorreu aquecimento excessivo da silagem, gerando perdas de MS e, conseqüentemente, perdas de nutrientes. Moura *et al.* (2017) encontraram valores de N-amoniaco total variando de 5,78 a 8,53% para diferentes híbridos de sorgo, indicando assim que o processo aconteceu de forma adequada, os maiores valores de nitrogênio amoniaco encontrados pelos autores ocorreram quando o teor de MS também foi elevado, favorecendo para um aumento no crescimento de *clostridium* e aumento na proteólise, podendo comprometer a qualidade da massa ensilada.

O teor de fibra em detergente neutro (FDN) está ligado à taxa de ingestão da forragem pelos animais, sendo assim para que a forragem tenha uma taxa de passagem mais rápida pelo trato digestivo, o teor de FDN deve variar de 50 a 60% e valores superiores a esse podem reduzir o consumo em função de maior concentração dos carboidratos fibrosos, fazendo com que a permanência do alimento no intestino do animal seja elevada, podendo reduzir o consumo (COSTA *et al.*, 2016).

O valor da fibra em detergente ácido (FDA) é inversamente proporcional à digestão da forragem, pois nessa está contida o teor de celulose e lignina. A lignina é a fração não digestível da planta, sendo essa que confere resistência ao caule, impedindo que ocorra o acamamento das plantas. Quando a lignina se liga com a celulose se forma uma rede fibrosa, reduzindo a absorção dos nutrientes, e o consumo voluntário dos animais. Assim, maior quantidade de FDA da silagem significa menor valor nutricional, além disso se pode inferir que há maior participação do colmo da planta na massa ensilada (COSTA *et al.*, 2016).

A lignina é considerada o fator mais limitante para

a digestibilidade, além disso, diminui a digestão dos polissacarídeos da parede celular, sendo seus altos valores relacionados à baixa participação de panícula e elevada proporção de colmo ou que no momento do corte o estágio de maturação estava elevado, podendo causar redução no consumo em função de menor digestibilidade do material (MOURA *et al.*, 2017).

Quando se estima a digestibilidade de um alimento nada mais é que a multiplicação da produtividade da matéria seca pela sua digestibilidade, isso indica a quantidade de nutrientes que podem ser aproveitados pelos animais. A digestibilidade da silagem de sorgo pode variar de 56 a 72% dependendo do genótipo (VERIATO *et al.*, 2018).

A digestibilidade pode ser influenciada por fatores como: estágio fisiológico da planta e pelo teor de FDN, FDA e lignina, podendo influenciar negativamente, quando se fala em forragem (KRUTZMANN *et al.*, 2014, COSTA *et al.*, 2016).

2.3 Processo de ensilagem

Silagem é o produto oriundo da conservação de forragem para alimentação animal através da fermentação em meio anaeróbico, armazenados em locais chamados de silos. O objetivo da ensilagem é armazenar forragem para os períodos de escassez de alimento ou intensificação do sistema de produção, por meio da fermentação anaeróbica. Segundo Borreani *et al.* (2018), em termos nutricionais, a silagem nunca será melhor que a planta original, mesmo que se faça o manejo de ensilagem corretamente, sempre haverá perdas, mas o armazenamento da forragem é importante para garantir alimento em quantidade e qualidade nos sistemas intensivos de produção.

O processo de ensilagem começa no pré-fechamento do silo, que consiste do início do enchimento até o seu fechamento. Essa primeira fase (pré-fechamento) possui a presença de ar e a microflora da planta, apresentando ainda pH próximo da neutralidade, conhecida ainda como fase aeróbica (WILKINSON; DAVIES, 2013).

Após o fechamento do silo começa a fase de fermentação ou fase anaeróbica. Essa fase pode ser dividida em duas: a fase anaeróbica um, que possui duração de aproximadamente 72 horas é caracterizada pelo crescimento das enterobactérias, bactérias heterofermentativas, e início do declínio do pH. Na fase anaeróbica dois ocorre o aparecimento das bactérias ácido lácticas (BAL) homofermentativas e a redução do pH que ocorre rapidamente, essa segunda fase pode durar de 1 a 4 semanas (BORREANI *et al.*, 2018).

Ao acabar o substrato ou quando o pH atingir níveis abaixo de 4,2, o processo de desenvolvimento das bactérias patogênicas é inibido, começando assim a fase três ou fase estável, por causa da baixa atividade biológica. A fase estável se estenderá até a abertura do silo, quando a silagem voltará a entrar em contato com oxigênio. Para uma maior quantidade de nutrientes ser preservada, a fase de fermentação deve ser

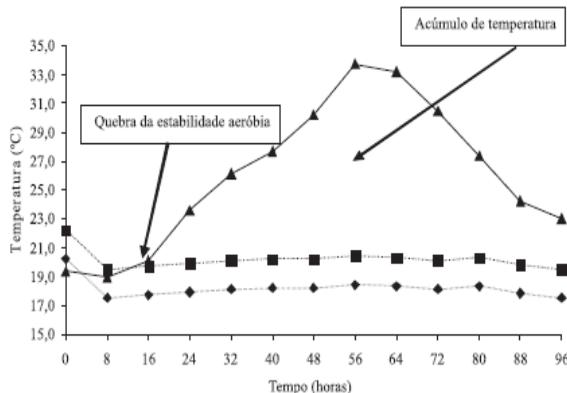
menor, fazendo com que a fase de estabilidade chegue mais rápido (GOBETTI *et al.*, 2013).

Após a abertura do silo, o oxigênio volta a entrar em contato com a forragem, cessando então a fase anaeróbica, voltando à torna o ambiente propício para o desenvolvimento de micro-organismos indesejáveis, como: leveduras, fungos e clostrídios. Assim, o produtor deve estar atento ao manejo de retirada do silo para evitar perdas decorrentes ao processo de deterioração aeróbia. Segundo Velho *et al.* (2006), para evitar perdas por aeração deve ser retirada uma fatia de, no mínimo, 15 centímetros por dia de toda superfície frontal, pois ao retirar essa proporção, elimina-se a parte que entrou em contato com o ar, diminuindo assim o risco de ocorrer deterioração aeróbia e crescimento de micro-organismos.

2.4 Deterioração aeróbia

A deterioração aeróbica é causada pela proliferação de micro-organismos aeróbios facultativos, principalmente, leveduras e fungos após a silagem ser exposta novamente ao oxigênio (TABACCO *et al.*, 2011). A quebra de estabilidade aeróbia acontece quando a silagem apresenta aumento de temperatura, ao longo do tempo, acima da temperatura ambiente (SANTOS *et al.*, 2013), como mostra o Gráfico 1.

Gráfico 1 - Quebra da estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar tratadas com óxido de cálcio a 0,5%, em função da temperatura ambiente e acúmulo da temperatura ao longo do período avaliado



Fonte: Adaptado de Siqueira *et al.* (2005).

Na silagem de sorgo se observa o aumento da temperatura da massa após a abertura dos silos por volta de 120 horas, caracterizando o início do processo de deterioração aeróbia. A perda de estabilidade da massa pode ser causada por vários fatores, mas as leveduras são apontadas como a principal responsável por acelerar esse processo.

As leveduras são indesejadas, pois essas consomem os ácidos orgânicos, fazendo com que o pH da silagem alcance valores entre 5 e 6, deixando assim o ambiente propício para o desenvolvimento de outros micro-organismos, além de consumir os açúcares e liberando grande quantidade de dióxido de carbono, resultando ainda em perda de matéria seca, e aumento da temperatura em função do incremento da

atividade metabólica dos micro-organismos (MCDONALD *et al.*, 1991, BASSO *et al.*, 2012).

Os fungos, além de causarem danos diretos à silagem, como a redução do seu valor nutricional, e influenciar no processo de deterioração, esses micro-organismos podem produzir substâncias tóxicas, conhecidas como microtoxinas, afetando a saúde dos animais, além de reduzir consumo, corroborando para baixa produção, seja essa de leite ou carne (LIMA *et al.*, 2009). Nos animais machos, as microtoxinas podem causar queda na libido e da fertilidade, enquanto nas fêmeas causam, principalmente, problemas reprodutivos como repetição de estro, abortos, retenção de placenta, além de outros sintomas, podendo causar grandes prejuízos econômicos (MOTTA *et al.*, 2015).

Vários fatores influenciam a deterioração aeróbia como a porosidade da silagem e a penetração do ar (SAYLOR *et al.*, 2020), além do teor de substrato presente na silagem e a quantidade de óleo. Quanto mais porosa for a massa ensilada, facilmente o ar penetrará no interior da silagem; reduzindo a quantidade de carboidratos residuais solúveis da silagem (BORREANI *et al.*, 2018).

O processo de deterioração é influenciado pela quantidade de carboidratos remanescentes na massa ensilada, pois são utilizados como substrato para o desenvolvimento de leveduras e fungos. A silagem de sorgo apresenta níveis de carboidratos solúveis próximo a 7%, influenciando o processo de deterioração aeróbia; principalmente, quando o manejo diário de retirada da silagem não for feito de forma correta (RODRIGUES *et al.*, 2002). Segundo Lima *et al.* (2015), as silagens que apresentam melhor valor nutricional são as mais susceptíveis à deterioração, por apresentarem maior substrato para o crescimento dos micro-organismos.

Quando o produtor abre um silo e essa silagem entra em contato com o ar se inicia o processo de deterioração, que pode atingir diferentes níveis até ser fornecida para os animais (TABACCO *et al.*, 2011). Essas perdas são influenciadas pela temperatura ambiente e o tempo de exposição ao ar, temperaturas entre 25 a 40 °C favorecem o crescimento dos micro-organismos, aumentando assim a deterioração (LIMA *et al.*, 2015).

Nas propriedades, é comum encontrar silagens em algum grau de deterioração, por falta de manejo inadequado de retirada, que pode ter sido causado por mau dimensionamento dos silos, ponte de ensilagem inadequado, causando assim compactação indesejada, resultando em pH elevado (VELHO *et al.*, 2006). Essas perdas são prejudiciais, mesmo ocorrendo durante o fornecimento aos animais, pois podem resultar em queda no consumo voluntário dos animais, reduzindo a expressão do potencial genético (HOFFMAN; OCKER, 1997).

Existem algumas estratégias para reduzir as perdas pela deterioração aeróbia, entre essas a mais utilizada é o uso dos inoculantes bacterianos heteroláticos, que são pesquisados desde a década de 1990 e, mais recentemente, os filmes

plásticos de permeabilidade baixa ao oxigênio (BASSO *et al.*, 2012). Ao trabalhar com filmes plásticos associados ao filme convencional foram encontrados resultados satisfatórios, apresentando redução de 3,24 pontos percentuais de perda de matéria seca, comparados com silagens cobertas somente com o filme convencional.

2.5 Inoculante microbiano

O uso de inoculantes no processo de ensilagem é realizado com mais frequência desde os anos de 1990 (MUCK; KUNG, 1997), e já nos primeiros estudos, os autores observaram melhoras na qualidade da silagem, como no desempenho animal. As pesquisas com inoculantes microbianos continuam buscando reduzir as perdas por deterioração aeróbia e melhora da qualidade química bromatológica da silagem. Existem vários aditivos no mercado, sendo esses mais voltados para melhorar a preservação e a fermentação da silagem, além da melhora no desempenho animal (RODRIGUES *et al.*, 2002).

Segundo Zopollatto *et al.* (2009), o objetivo principal do uso de inoculantes microbianos é impedir o crescimento de micro-organismos aeróbios, como as leveduras, os fungos, os clostrídeos, inibindo assim a degradação das proteínas, uso dos açúcares remanescentes e perdas de matéria seca.

No mercado existem três cepas de inoculantes microbianos, sendo a cepa mais utilizada a que está há mais tempo no mercado, que são as bactérias ácidas lácticas (BAL) homofermentativas (formada por diversas espécies de *Pediococcus* e *Enterococcus faecium*) ou heterofermentativas facultativas (*L. plantarum*, *L. casei*). A segunda cepa a entrar no mercado foi das BAL heterofermentativas obrigatórias, como *L. buchneri*; e a última cepa a entrar no mercado foi uma combinação de bactérias *L. buchneri*, com o objetivo de reduzir as perdas de matéria seca (KUNG JR *et al.*, 2003).

Para Muck *et al.* (2018), a terceira cepa é formada a partir de combinações, como: *Lactobacillus sp*; *Lactobacillus plantarum*; *Lactobacillus casei*; *Lactobacillus buchneri*; entre outros, sendo a junção de BAL heterofermentativas obrigatórias com BAL homofermentativas e facultativas, conseguindo unir os benefícios de ambos, ou seja, essa terceira cepa é formada pela junção de micro-organismos mais tradicionais com a função de melhorar a recuperação de matéria seca, melhorar a estabilidade aeróbia, além de otimizar o desempenho animal.

As BAL fazem parte da microbiota da silagem e têm como objetivo a produção de ácido láctico e queda do pH, sendo assim essencial durante todo o processo de fermentação das silagens (RABELO *et al.*, 2014). Esse grupo de bactérias é usado para aumentar a velocidade de queda do pH, minimizando as perdas de matéria seca e, conseqüentemente, nutrientes, além de impedir o desenvolvimento de micro-organismos indesejáveis como os *clostridium* (RODRIGUES *et al.*, 2002).

Segundo Oude-Elferink *et al.* (2001), as bactérias heterofermentativas obrigatórias crescem lentamente durante

toda a fase de fermentação, e possuem a capacidade de produzir ácido acético, ácido propiônico, dióxido de carbono e pequenas quantidades de etanol, utilizando como substrato o ácido láctico. Dessa forma, essa cepa tem melhor controle em impedir o crescimento de leveduras comparadas com as bactérias heterofermentativas facultativas, por causa da sua maior produção de ácido acético (MUCK *et al.*, 2018).

Silva *et al.* (2005) avaliando a composição bromatológica e a digestibilidade *in vitro* de silagens de milho e sorgo tratadas com inoculantes microbianos, observaram que os inoculantes foram mais eficientes na silagem de milho em relação à silagem de sorgo, pois reduziram os teores de FDN da silagem de milho passando de 62,82 na controle para 59,15% já no primeiro dia de fermentação, contra 63,06 para 61,75% para silagem de sorgo.

Grise *et al.* (2006) não encontraram diferença significativa na composição bromatológica de silagem de sorgo, utilizando inoculante (pH: 3,87; PB: 7,5; FDN:71,08; FDA: 45,78) em relação ao tratamento sem inoculante (pH 3,89; PB: 8,05; FDN: 68,88; FDA: 44,95).

A garantia do sucesso no uso dos aditivos microbianos vem de vários fatores, entre esses o rápido crescimento das bactérias inoculadas na massa ensilada, teor de açúcar das forragens e pela quantidade de BAL presentes na própria forragem (SILVA *et al.*, 2005).

3 Conclusão

O processo de ensilagem é complexo e pode ser influenciado por fatores intrínsecos e extrínsecos, mas quando feito de forma adequada e utilizando as tecnologias disponíveis, como: filmes plásticos, considerados como boa barreira de oxigênio e aditivos microbiológicos pode reduzir as perdas, influenciando para melhor composição química bromatológica, reduzindo custos com alimentação e potencializando a produção animal.

Referências

- BASSO, F. C. *et al.* Fermentation and aerobic stability of high-moisture corn silages inoculated with different levels of *Lactobacillus buchneri*. *Rev. Bras. Zootec.*, v.41, n.11, p.2369-2373, 2012. doi: 10.1590/S1516-35982012001100011.
- BORREANI, G. *et al.* Factors affecting dry matter and quality losses in silages. *J. Dairy Sci.*, v.101, n.5, p.3952-3979, 2018.
- COSTA, R.F. *et al.* Agronomic characteristics of sorghum genotypes and nutritional values of silage. *Acta Scie. Anim. Scie.*, v.38, n.2, p.127-133, 2016. doi: 10.4025/actascianimsci.v38i2.29567.
- DE ANDRADE RESENDE FILHO, M.; BRAGA, J L.; ALENCAR FONTES, C.A. Um sistema de apoio à decisão para o gerenciamento de confinamentos de bovinos de corte. *Rev. Econom. Sociol. Rural*, v.36, n.2, p.91-112, 2019.
- DIAS, F.J. *et al.* Composição química e perdas totais de matéria seca na silagem de planta de soja. *Acta Scie. Anim. Scie.*, v.32, n.1, p.19-26, 2010. doi:10.4025/actascianimsci.v32i1.4897.
- ELFERINK, S.J.O. *et al.* Anaerobic conversion of lactic acid to

- acetic acid and 1, 2-propanediol by *Lactobacillus buchneri*. *Appl. Environ. Microbiol.*, v.67, n.1, p.125-132, 2001.
- FERRARETTO, L.F. *et al.* Relationships between dry matter content, ensiling, ammonia-nitrogen, and ruminal in vitro starch digestibility in high-moisture corn samples. *J. Dairy Sci.*, v.97, n.5, p.3221-3227, 2014. doi:10.3168/jds.2013-7680.
- FRANÇA, A.F.D.S. *et al.* Características fermentativas da silagem de híbridos de sorgo sob doses de nitrogênio. *Ciênc. Anim. Bras.*, v.12, n.3, p.383-391, 2011. doi: 10.5216/cab.v12i3.540.
- GOBETTI, S.T.C. *et al.* Use of humid grains silage in the diet of ruminants. *Ambiência*, v.9, n.1, p.225-239, 2013.
- GOTTSCHELL, C.S. *et al.* Relações entre idade, peso, ganho médio diário e tempo médio de permanência de novilhos de corte confinados para abate aos 15 ou 27 meses de idade. *Semina: Ciênc. Agrár.*, v.30, n.3, p.717-726, 2009.
- GRISE, M.M. *et al.* Efeito do uso de inoculantes sobre o pH e a composição bromatológica da silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Arch. Vet. Sci.*, v.11, n.2, 2006.
- HOFFMAN, P.C.; OCKER, S.M. Quantification of milk yield losses associated with feeding aerobically unstable high moisture corn. *J. Dairy Sci.*, v. 80, p.234, 1997.
- JUNGES, D. *et al.* Additive containing homo and heterolactic bacteria on the fermentation quality of maize silage. *Acta Scie. Animal Scie.*, v. 35, n. 4, p. 371-377, 2013.
- KRUTZMANN, A. *et al.* Produção animal, composição química e digestibilidade de forrageiras tropicais em sistema de integração lavoura-pecuária. *Bioscie. J.*, v. 30, n. 2, 2014.
- KUNG, J. R. L. *et al.* Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *J. Dairy Sci.*, v. 101, n. 5, p. 4020-4033, 2018. doi: 10.3168/jds.2017-13909.
- KUNG, J.R.L. *et al.* The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of ground and whole high-moisture corn. *J. Dairy Sci.*, v.90, n.5, p. 2309-2314, 2007. doi:10.3168/jds.2006-713.
- KUNG, J.R.L.; STOKES, M.R.E.; LIN, C.J. Silage additives. *Silage science and technology*, v. 42, p. 305-360, 2003. doi: 10.2134/agronmonogr42.c7.
- LIMA, DE. M. *et al.* Deterioração aeróbia de silagens. *Rev. Eletr. Nutritime*, v.12, n.2, p. 3996-4003, 2009.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. The biochemistry of silage. Chalmers Publications. *Marlow Bucks*, v.340, 1991. doi:10.1017/S0014479700023115.
- MOTTA, T. P. *et al.* Estudo sobre a ocorrência de fungos e aflatoxina B1 na dieta de bovinos leiteiros em São Paulo. *Pesq. Vet. Bras.*, v.35, n.1, p.23-28, 2015. doi:10.1590/S0100-736X2015000100006.
- MOURA, M.M.A. *et al.* Nutritional value of sorghum silages. *Acta Scie. Anim. Scie.*, v.39, n.2, p.137-142, 2017. doi:10.4025/actascianimsci.v39i1.32677.
- MUCK, R.E. *et al.* Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. *J. Dairy Sci.*, v.101, n.5, p.3980-4000, 2018. doi:10.3168/jds.2017-13839.
- MUCK, R.E.; KUNG JR, L. Effects of silage additives on ensiling. Silage: Field to feedbunk. *Northeast Regional Agricultural Engineering Service (NRAES)*, 1997.
- RABELO, C.H.S. *et al.* Silagens de milho inoculadas microbiologicamente em diferentes estádios de maturidade: perdas fermentativas, composição bromatológica e digestibilidade in vitro. *Ciênc. Rural*, v.44, n.2, p.368-373, 2014. doi:10.1590/S0103-84782014000200028.
- REZENDE, A.V. *et al.* Perdas fermentativas e estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar tratadas com cal virgem e cloreto de sódio. *Rev. Bras. Zootec.*, v.40, n.4, p.739-746, 2011. doi: 10.1590/S1516-35982011000400006.
- RODRIGUES, P. H. M. *et al.* Efeitos da adição de inoculantes microbianos sobre a composição bromatológica e perfil fermentativo da silagem de sorgo produzida em silos experimentais. *Rev. Bras. Zootec.*, v.31, n.6, p.2373-2379, 2002. doi:10.1590/S1516-35982002000900028.
- SANTIN, T.P. *et al.* Características fermentativas e composição química da silagem de sorgo (*Sorghum bicolor*) com uso de aditivos absorventes. *Braz. J. Develop.*, v.6, n.8, p.54931-54943, 2020. doi:10.34117/bjdv6n8-057.
- SANTOS, A.O.; ÁVILA, C.L.S.; SCHWAN, R.F. Selection of tropical lactic acid bacteria for enhancing the quality of maize silage. *J. Dairy Sci.*, v.96, n.12, p.7777-7789, 2013.
- SAYLOR, B.A. *et al.* Effect of microbial inoculation and particle size on fermentation profile, aerobic stability, and ruminal in situ starch degradation of high-moisture corn ensiled for a short period. *J. Dairy Sci.*, v.103, n.1, p.379-395, 2020. doi: 10.3168/jds.2019-16831.
- SILVA, A.V. *et al.* Composição bromatológica e digestibilidade in vitro da matéria seca de silagens de milho e sorgo tratadas com inoculantes microbianos. *Rev. Bras. Zootec.*, v.34, n.6, p.1881-1890, 2005. doi: 10.1590/S1516-35982005000600011.
- SOUZA, V.G. *et al.* Valor nutritivo de silagens de sorgo. *Rev. Bras. Zootec.*, v.32, n.3, p.753-759, 2003. doi:10.1590/S1516-35982003000300028.
- SUCU, E. *et al.* Effects of ensiling density on nutritive value of maize and sorghum silages. *Rev. Bras. Zootec.*, v.45, n.10, p.596-603, 2016. doi:10.1590/S1806-92902016001000003.
- TABACCO, E. *et al.* Dry matter and nutritional losses during aerobic deterioration of corn and sorghum silages as influenced by different lactic acid bacteria inocula. *J. Dairy Sci.*, v.94, n.3, p.1409-1419, 2011. doi:10.3168/jds.2010-3538.
- VELHO, J.P. *et al.* Alterações bromatológicas nas silagens de milho submetidas a crescentes tempos de exposição ao ar após "desensilagem". *Ciênc. Rural*, v.36, n.3, p.916-923, 2006. doi:10.1590/S0103-84782006000300029.
- VERIATO, F.T. *et al.* Fermentation characteristics and nutritive values of sorghum silages. *Acta Scie. Anim. Scie.*, v.40, 2018. doi:10.4025/actascianimsci.v40i1.34458.
- WILKINSON, J.M.; DAVIES, D.R. The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. *Grass Forage Scie.*, v.68, n.1, p.1-19, 2013. doi:10.1111/j.1365-2494.2012.00891.x.
- ZOPOLLATTO, M.; DANIEL, J.L.P.; NUSSIO, L.G. Aditivos microbiológicos em silagens no Brasil: revisão dos aspectos da ensilagem e do desempenho de animais. *Rev. Bras. Zootec.*, v.38, p.170-189, 2009. doi:10.1590/S1516-35982009001300018.