

Implicações no uso da técnica de realocação de silagens: uma revisão

Implications in the use of the silage reallocation technique: a review

Implicaciones en el uso de la técnica de reasignación de ensilaje: una revisión

Recebido: 03/06/2022 | Revisado: 16/06/2022 | Aceito: 18/06/2022 | Publicado: 30/06/2022

Dannúbia Eulália Oliveira Marques

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5603-4539>
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil
E-mail: marquesdannubia@yahoo.com.br

Caroline Salezzi Bonfá

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4401-1559>
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil
E-mail: caroline.bonfa@ufvjm.edu.br

Marcela Azevedo Magalhães

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1563-0390>
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil
E-mail: marcela.magalhaes@ufvjm.edu.br

Cíntia Gonçalves Guimarães

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2609-3909>
EMBRAPA Agroenergia, Brasil
E-mail: cintiaguimaraes@yahoo.com.br

Rafaela Cristina Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1519-7219>
Universidade Estadual Paulista, Brasil
E-mail: rafaela.c.rodrigues@unesp.br

Danúbia Aparecida Costa Nobre

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5034-4480>
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil
E-mail: danubia.nobre@ufvjm.edu.br

Eduarda Gonçalves Barroso

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4282-4692>
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil
E-mail: eduardagbzootecnia@gmail.com

Resumo

A ensilagem é uma técnica de conservação de forragens em épocas de favorabilidade pluviométrica para que as silagens produzidas possam ser ofertadas em períodos de escassez de chuvas, em que o crescimento e a produtividade das forrageiras ficam comprometidos. Essa técnica é uma alternativa para mitigar os efeitos da estacionalidade de produção forrageira na produção animal. Todavia, a falta de planejamento correto pode dificultar o uso da técnica e/ou desperdiçar material forrageiro com grande potencial de uso. A realocação de silagem visa armazenar novamente a forragem sem que haja grandes prejuízos à qualidade do material. Nesse sentido, objetivou-se realizar um estudo sistemático sobre a movimentação de silagem de um local para outro e suas implicações na qualidade do produto final. Consideraram-se informações sobre os parâmetros que interferem na qualidade da silagem realocada, como o tipo de material a ser ensilado, a sua composição nutricional, parâmetros fermentativos e estabilidade aeróbica das silagens realocadas. Tais características estão diretamente relacionadas à técnica de ensilagem, ou seja, caso alguma das etapas não seja bem executada, a qualidade da silagem será comprometida e o processo de realocação também será prejudicado. Através da pesquisa realizada, verificou-se que silagens realocadas e armazenadas durante maior período tendem à redução do seu valor nutritivo. O material realocado tende à perda da estabilidade aeróbica devido à degradação de nutrientes ocasionada pelo contato com o oxigênio. Em adição, o período de armazenamento após a realocação é a variável que mais influencia as perdas nutricionais das silagens realocadas.

Palavras-chave: Ensilagem; Estabilidade aeróbica; Estacionalidade de produção; Forragem; Período de armazenamento.

Abstract

Ensilage is a forage conservation technique in times of favorable rainfall so that the silages produced can be offered in periods of scarcity of rain, in which the growth and productivity of forages are compromised. This technique is an alternative to mitigate the effects of seasonality of forage production on animal production. However, the lack of correct planning can make it difficult to use the technique and/or waste forage material with great potential for use. The relocation of silage aims to store the forage again without major damage to the quality of the material. In this

way, the objective was to carry out a systematic study on the movement of silage from one place to another and its implications for the quality of the final product. Information on the parameters that affect the quality of the relocated silage was considered, such as the type of material to be ensiled, its nutritional composition, fermentative parameters and aerobic stability of the relocated silages. Such characteristics are directly related to the silage technique, that is, if any of the steps is not performed well, the quality of the silage will be compromised and the relocation process will also be impaired. Through the research carried out, it was found that silages relocated and stored for a longer period tend to reduce their nutritional value. The relocated material tends to lose aerobic stability due to nutrient degradation caused by contact with oxygen. In addition, the storage period after relocation is the variable that most influences the nutritional losses of relocated silages.

Keywords: Aerobic stability; Ensilage; Forage; Seasonality of production; Storage period.

Resumen

El ensilaje es una técnica de conservación de forrajes en épocas de lluvias favorables para que los ensilajes producidos puedan ser ofertados en períodos de escasez de lluvias, en los que se compromete el crecimiento y la productividad de los forrajes. Esta técnica es una alternativa para mitigar los efectos de la estacionalidad de la producción de forrajes sobre la producción animal. Sin embargo, la falta de una correcta planificación puede dificultar el uso de la técnica y/o desperdiciar material forrajero con gran potencial de aprovechamiento. La reubicación de ensilaje tiene como objetivo volver a almacenar el forraje sin mayor daño a la calidad del material. En este sentido, el objetivo fue realizar un estudio sistemático sobre el movimiento del ensilaje de un lugar a otro y sus implicaciones en la calidad del producto final. Se consideró información sobre los parámetros que inciden en la calidad del ensilaje reubicado, como el tipo de material a ensilar, su composición nutricional, parámetros fermentativos y estabilidad aeróbica de los ensilajes reubicados. Tales características están directamente relacionadas con la técnica de ensilaje, es decir, si alguno de los pasos no se realiza bien, la calidad del ensilaje se verá comprometida y el proceso de reubicación también se verá perjudicado. A través de la investigación realizada se encontró que los ensilajes reubicados y almacenados por más tiempo tienden a reducir su valor nutricional. El material reubicado tiende a perder estabilidad aeróbica debido a la degradación de nutrientes provocada por el contacto con el oxígeno. Además, el período de almacenamiento posterior a la reubicación es la variable que más influye en las pérdidas nutricionales de los ensilajes reubicados.

Palabras clave: Ensilaje; Estabilidad aeróbica; Estacionalidad de la producción; Forraje; Período de almacenamiento.

1. Introdução

A silagem é um dos principais alimentos utilizados para alimentar o gado nos sistemas de produção em confinamento no Brasil. É um alimento conservado através de processo fermentativo em meio anaeróbico e utilizada como uma das estratégias para contornar a sazonalidade de produção de forrageiras (Cavalcante, et al., 2020).

O valor nutricional da silagem dependerá principalmente da forrageira utilizada, porém, não é o único fator que influenciará em sua qualidade. As culturas mais utilizadas para a ensilagem são o milho, o sorgo e o capim-elefante. O milho é a cultura mais tradicional para a produção de silagem, justificado por apresentar o melhor valor nutricional, seguida pelo sorgo (Pedroso, et al., 1998). Entretanto, a qualidade do produto final (da silagem produzida) dependerá diretamente de como será conduzido todo o processo de ensilagem, e para isso é imprescindível entender e praticar todas as suas etapas (Chen & Weinberg, 2014).

Diversos produtores rurais não tem a possibilidade de produzir silagem em suas propriedades devido a vários fatores, tais como a insuficiência de local para plantio, estrutura física, maquinário e mão-de-obra (Dos Anjos, et al., 2018; Coelho, et al., 2018; Lima, et al., 2016). Entretanto, os produtores que conseguem realizar a atividade em suas propriedades se deparam com outras questões, como a dependência de condições climáticas favoráveis para a colheita e a ensilagem, erro de cálculo de manejo, excedentes produtivos, ataque de insetos-praga, falta de planejamento inicial, ausência de acompanhamento técnico especializado, dentre outros. Tais problemas estimulam os produtores a se questionarem sobre alternativas viáveis para minimizar suas perdas e/ou encontrarem alternativas para solucioná-los, mesmo que seja em curto prazo (Coelho, et al., 2018).

A prática de realocação de silagem, ou seja, movimentar o silo de um local para outro, é uma atividade corriqueira entre as propriedades. Porém, não é muito difundida nas universidades e nos centros de pesquisas; devido a isso, são escassas as informações científicas sobre todas as implicações que envolvem a temática. Deste modo, existem vários questionamentos sobre a silagem realocada, tais como: qualidade do produto final, métodos mais apropriados e tempo adequado de conservação.

Existem vários cenários em que essa técnica pode ser desenvolvida, como por exemplo, entre propriedades diferentes; entre o produtor e o comerciante; e também dentro da própria propriedade. Nestas situações, pode-se realizar a realocação da silagem com o objetivo de facilitar o manejo e as operações diárias, que muitas vezes podem ser fatores determinantes para o uso da silagem. O material pode ser realocado para silos de diversos tipos, desde que a condição de anaerobiose possa ser reestabelecida (Chen & Weinberg, 2014).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo realizar um levantamento bibliográfico sobre a movimentação da silagem de um silo para outro, de modo a fomentar o banco de dados sobre essa prática e elucidar algumas questões pertinentes à temática.

2. Metodologia

Nesta revisão bibliográfica, foi realizado um compilado de dados obtidos em várias pesquisas científicas realizadas nos últimos anos sobre a realocação de silagens, com foco no método e na qualidade final desse produto; apresenta, portanto, natureza qualitativa (Pereira, et al., 2018), e objetiva investigar o estado da arte e todas as suas implicações.

A pesquisa bibliográfica realizada pode ser dividida quanto aos meios e quanto aos fins. Os meios são as pesquisas que se referem a uma revisão bibliográfica feita por buscas em revistas da referente área, periódicos, livros, sites, ou seja, todo aquele material que é acessível ao público em geral. Em relação aos fins, a revisão bibliográfica é uma pesquisa descritiva e explicativa sobre o que está sendo apresentado, pois tem como o principal objetivo detalhar o tema e ao mesmo tempo analisar os principais tópicos do trabalho em questão. Neste tipo de estudo, o pesquisador procura conhecer e interpretar a realidade, sem interferir ou modificar tais informações (Vergara, 2009; Gil, 2002).

Portanto, para a coleta de informações acerca do tema proposto, realizou-se o levantamento bibliográfico através de buscas por publicações em diversas bases científicas, tais como: Scopus, Web of Science, CAPES, SCIELO, Sci Journal e Google Acadêmico. As palavras-chave utilizadas na busca foram: realocação de silagem, silagem, ensilagem, mudar o silo lugar, mover o silo, estabilidade aeróbica, estacionalidade de produção de forragem, tempo de armazenamento, estocagem de forragem, planejamento forrageiro.

Como o tema é incipiente na comunidade acadêmica (as pesquisas ainda são poucas e aleatórias no tempo), não houve restrição quanto ao período; utilizaram-se como ferramenta de busca as pesquisas científicas publicadas até o momento.

3. Resultados e Discussão

Ensilagem

O Brasil é líder no ranking de 187 países em produção agropecuária, de acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2021). O rebanho bovino brasileiro, que tem grande representatividade mundial, é alimentado basicamente à pasto, pois esta é a forma mais econômica e prática de produzir e ofertar alimentos para os animais (Rocha, et al., 2020).

Entretanto, a produção anual de forrageiras é desuniforme, pois é afetada diretamente pela sazonalidade climática, ou seja, pela estacionalidade de produção forrageira. Esta condição da produção influencia na variação da qualidade e quantidade de forragem produzida ao longo do ano, o que dificulta o equilíbrio entre fornecimento e demanda de nutrientes exigidos para animais (Mendonça & Rassini, 2006).

Nesse contexto, é necessário que o planejamento dentro da propriedade seja feito para equilibrar a disponibilidade de forragem de forma estratégica, assegurando alimentos para o rebanho durante todo o ano. Uma alternativa para equilibrar esse sistema é a conservação de forragens na forma de silagem.

O uso de forragens conservadas é comum na alimentação dos ruminantes, principalmente para bovinos de leite e

corde, garantindo o melhor aproveitamento dos alimentos durante o período de escassez de volumosos (Cardoso & Silva, 1995). A ensilagem, nome dado à técnica que visa à produção de silagem, pode preservar os valores nutricionais da silagem a teores próximos da forragem verde que deu origem (ao material *in natura*). Porém, é importante ressaltar que este processo não melhora os índices qualitativos do material ensilado, a não ser que o produtor utilize de algum aditivo específico para essa finalidade (Schmidt, et al., 2014).

Dentre os benefícios da ensilagem pode-se destacar a desocupação de áreas para o uso de culturas de safrinha ou para a formação de pastagens; a elevada aceitabilidade das silagens (produto final da técnica) pelos animais; menor dependência de condições climáticas durante sua conservação (o que não acontece com a técnica de fenação, por exemplo); dentre outras vantagens (Silva, et al., 2019).

Tal prática começa quando a forragem verde atinge o ponto de colheita adequado para a cultura em questão e a mesma é cortada, picada, transportada para o silo, compactada e em seguida vedada para que haja o estímulo à fermentação anaeróbia. O princípio desse método é a redução dos valores de pH mediante a fermentação dos carboidratos solúveis (CHOS) contidos na forragem ensilada, em ambiente anaeróbio, principalmente pelo ácido lático (AL) produzido pelas bactérias ácido lácticas (BAL). Esse processo deve ocorrer no menor tempo possível, obtendo-se valores entre 3,8 a 4,2 unidades de pH. A forragem deve apresentar algumas características desejáveis no momento da colheita, como: teor de matéria seca (MS) entre 30 a 35%, teor mínimo de CHOS entre 15 a 16% na MS e baixo poder tampão para que o material não resista ao aumento da acidez (McDonald, et al., 1991).

Durante a fermentação, os CHOS serão transformados principalmente em ácidos orgânicos (com grande representatividade do ácido lático), que estão diretamente relacionados aos valores de pH da silagem, o contribuirá para a conservação da forragem ensilada por tempo indeterminado (Guimarães, et al., 2018; Silva, et al., 2020; Bonfá, et al., 2022). Mas, para que isso aconteça, é necessário a adoção de manejo adequado e cuidados específicos durante todo o processo.

Mesmo o produtor ciente de todas as etapas, nem sempre os mesmos podem produzir sua própria silagem, devido a vários motivos, como: insuficiência de local para plantio, estrutura física, maquinário e mão-de-obra. Logo, uma das alternativas seria a movimentação da silagem de um local para o outro, ou seja, a realocação de silagem.

Realocação de silagem

Uma prática que vem acontecendo cada vez mais entre os produtores é a realocação de silagem, que consiste na retirada da silagem do silo, seguido do transporte dessa silagem para um novo silo, em que será compactada e vedada novamente. Algumas culturas como o milho, o sorgo e a cana-de-açúcar, podem apresentar pontos negativos com a realocação da silagem, pois são propensas à deterioração aeróbia mais acelerada. Entretanto, as leguminosas e os capins tropicais, em teoria, são menos sujeitos a esse tipo de degradação e apresentam menores impactos negativos, apesar de não terem estudos que comprovem tal teoria (Chen & Weinberg, 2014).

Várias são as razões que levam o produtor a utilizar a técnica de realocação de silagem como alternativa para amenizar a baixa oferta de forragem que ocorre durante o período seco e de veranicos ao longo do ano (Bernardes; Rêgo, 2014). Dentre pode-se destacar a falta de planejamento alimentar; perdas elevadas do material ensilado devido à falta de conhecimento sobre o processo e a falta de capacitação dos manejadores envolvidos; relevo da propriedade que pode dificultar a conservação da forragem (Lima et al., 2016); falta de mão-de-obra adequada e suficiente; ausência de terras, de assistência técnica especializada, de insumos, de maquinários e de investimento inicial (Dos Anjos, et al., 2018; Coelho, et al., 2018); além de mudanças nas variáveis climáticas, o que muitas vezes é incontrolável (Michel, et al., 2016).

A realocação de silagem pode ocorrer entre propriedades diferentes, entre o produtor e o comerciante, e dentro da própria propriedade, quando, por exemplo, a área não tem estrutura adequada para a construção de um silo próximo ao local de

fornecimento do volumoso para os animais ou também quando o silo é confeccionado próximo ao local de colheita da planta, de forma a facilitar o enchimento. Nestas situações, a realocação de silagem pode ser feita como alternativa para suprir as demandas da propriedade e podem ser executadas de diversas formas, sendo as mais comuns em sacos plásticos apropriados e/ou em silos estruturais (Chen & Weinberg, 2014). Todos esses fatores associados com a simplicidade de transporte, manejo e comercialização do produto fazem com que a realocação de silagem seja uma prática cada vez mais presente no meio rural (Coelho, et al., 2018; Michel, et al., 2016).

Processo fermentativo da silagem

Durante a ensilagem ocorrem algumas mudanças na forragem estocada, que podem ser divididas em quatro fases, de acordo com McDonald, et al. (1991):

- Fase I (fase aeróbica): ocorre durante o enchimento do silo, estendendo-se até poucas horas após o seu fechamento. O oxigênio presente na forragem ensilada é reduzido, devido à respiração de células da planta e de microrganismos aeróbicos (epifíticos). Essa respiração resulta em queima metabólica de açúcares, formando CO₂, água e calor. Nessa fase podem ocorrer perdas na MS, além de alguns processos químicos, como a reação de Maillard, em que açúcares e aminoácidos reagem quimicamente e ficam indisponíveis devido ao aumento da temperatura. A correta picagem e o rápido fechamento do silo contribui para encurtar essa fase, que terminará quando o oxigênio presente for exaurido;

- Fase II (fase anaeróbica): começa com a exaustão do oxigênio no meio, em que se inicia a fase de fermentação ativa (com duração de 1 a 4 semanas, e esse tempo dependerá das condições de todo o processo). No início pode acontecer a competição de microrganismos pelos substratos do meio, porém, os microrganismos aeróbicos, principalmente as BAL, dominam a fermentação e produzem ácidos orgânicos (o principal deles é o ácido lático), que vão reduzir o pH do meio e “controlar” a população microbiana.

- Fase III (estabilidade): esta fase se mantém desde que se tenha anaerobiose. Poucas mudanças ocorrem nessa fase, que se encerra com a abertura do silo.

- Fase IV (fase de descarga): esta fase ocorre por ocasião da abertura do silo, em que o material entra em contato com o oxigênio (ambiente aeróbico). Nesse momento, há o acesso e o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, como leveduras (fungos leveduriformes) e bolores (fungos filamentosos), que podem utilizar os açúcares residuais e deteriorar as silagens produzidas, causando perdas de nutrientes e aquecimento da massa ensilada, além do comprometimento da qualidade do produto final. A deterioração aeróbia consome o AL produzido e alcaliniza o meio, modificando o perfil microbiológico e fermentativo do material ensilado (Rooke & Hatfield, 2003).

Portanto, tomando-se como base as fases do processo fermentativo das silagens, pode-se inferir que, quanto menor for o tempo de realocação da silagem, menor será o tempo de exposição do material ao oxigênio atmosférico e como consequência, menor serão os danos causados pela deterioração do material.

O uso de aditivos pode ser alternativas viáveis a serem utilizadas, tanto na ensilagem quanto na realocação das silagens, pois visa minimizar as perdas de nutrientes, aumentar a estabilidade aeróbica do material e melhorar a qualidade nutritiva (Schmidt, et al., 2014). A escolha do aditivo dependerá da finalidade do produtor, visto que há diversos tipos de aditivos disponíveis no mercado.

São escassos os dados na literatura sobre o uso de aditivos na realocação de silagens, entretanto, a pesquisa de Souza (2019) relata que o uso do benzoato de sódio (BS) em silagens realocadas de cana-de-açúcar pode ser uma alternativa viável, pois resultou em menores perdas de nutrientes. O objetivo do uso desse aditivo é interferir na fermentação, modificando o pH e a pressão osmótica da massa e, conseqüentemente, inibir a proliferação de microrganismos indesejáveis no processo de fermentação (Schmidt, et al., 2014; Schmidt, et al., 2007).

Implicações na realocação de silagem

As características relacionadas à realocação da silagem estão diretamente associadas ao tipo de forrageira utilizada. O êxito do processo depende de todas as fases da técnica, que passam pela amostragem e análise de solo, escolha das sementes/mudas das plantas forrageiras, semeadura/plantio, ponto de colheita, tamanho das partículas, escolha do tipo de silo, localização do silo, dimensionamento, enchimento, compactação, vedação, abertura e descarregamento. Quando a técnica não é bem desenvolvida, as silagens podem apresentar percentual de perdas maior quando forem realocadas. Sendo assim, as características qualitativas serão influenciadas, como a velocidade de produção das silagens e o perfil de fermentação da massa ensilada (Dos Anjos, et al., 2018; Michel, et al., 2016; Buxton, et al., 2003).

A duração do processo de realocação é muito importante em nível de campo, visto que, em termos práticos, vários imprevistos podem ocorrer como a quebra de implementos de tratores, a ocorrência de precipitações, falta de mão de obra, dentre outros fatores (Chen & Weinberg, 2014). A realocação demanda tempo até ser finalizada, o que leva a exposição da massa ensilada ao oxigênio até que o processo termine, ou seja, até as silagens serem compactadas e vedadas novamente.

Um estudo realizado por Dos Anjos, et al. (2018), com a realocação da silagem de sorgo com 12 horas de exposição ao ar (entre a abertura dos silos e a realocação) resultou em aumento na produção de efluentes e redução de ácido láctico, nitrogênio amoniacal e ácido propiônico. Outro estudo, realizado por Michel, et al. (2016), também com a realocação de silagens de sorgo, porém, com o tempo de exposição do material ao ar por 24 horas, evidenciou aumento na estabilidade aeróbica do material realocado, porém, houve maior perda de efluentes e queda de 5,35% na digestibilidade *in vitro* da MS.

Realocações de silagens de milho realizadas em até 48 horas, não apresentaram perdas na MS, pois não houve comprometimento da composição química dos nutrientes e dos produtos da fermentação da silagem (Lima, et al., 2016). Entretanto, em trabalho com silagens de trigo e de milho realocadas também em 48 horas, os autores observaram redução na digestibilidade *in vitro* da MS do material realocado (Chen & Weinberg, 2014). Nessa mesma pesquisa, verificou-se que, em silagens de milho armazenadas por 30 dias, e em seguida expostas ao ar por 0 a 60 horas para serem realocadas, sendo este armazenado por mais de 30 dias, não houve danos ao valor nutricional e ao perfil de fermentação.

Santos (2018) analisou silagens de milho armazenadas por 150 dias, seguido de abertura dos silos e exposição ao ar por 9 horas; em seguida, foram realocadas e armazenadas por períodos de 0 a 128 dias após a realocação. O autor observou redução linear na digestibilidade *in vitro* da MS e nos teores de carboidratos, além do aumento nas perdas de MS.

Souza (2019), realizou um experimento com o benzoato de sódio (BS) utilizado em 0,2% na matéria natural como aditivo durante a ensilagem da cana-de-açúcar, avaliou quatro tratamentos (sem realocação; 12; 48 ou 72 horas de realocação), e o tempo de armazenamento após a realocação de 10 e 60 dias. O autor concluiu que houve alteração química da silagem, ou seja, o tempo de exposição ao ar influenciou os teores de MS. Entretanto, não houve efeito do BS e do tempo de exposição ao ar nas perdas de MS. As silagens com BS apresentaram maiores perdas ao serem realocadas por 72 horas; e as silagens sem esse aditivo obtiveram maiores perdas com 48 horas de realocação. As que foram armazenadas por 60 dias e realocadas por 12 ou 48 horas tiveram maiores perdas por efluentes, porém, a estabilidade foi maior nas silagens que não foram realocadas.

Além do tempo de exposição ao ar, o local em que a silagem realocada será armazenada também deve ser considerado, pois poderá influenciar na qualidade final do produto. Normalmente as silagens são realocadas para sacos plásticos feitos de polietileno, porém, eles podem não barrar totalmente a entrada de ar. Sendo assim, quando o local não é apropriado às circunstâncias do ambiente (pluviosidade, vento, temperatura, umidade, radiação solar, animais invasores), podem ocorrer danos aos sacos de armazenamento ou na lona utilizada para vedação e, conseqüentemente, maiores perdas do material realocado (Santos, 2018).

A viabilidade econômica dessa prática dependerá de uma série de análises sobre a situação da propriedade e sobre o mercado, para que assim, o produtor possa concluir se a técnica é ou não vantajosa para a sua situação. Normalmente, devido à

falta de planejamento alimentar, os produtores precisam adquirir o alimento para a alimentação do rebanho, o que provavelmente sai mais caro e o produto adquirido nem sempre apresenta qualidade satisfatória.

A qualidade desse produto adquirido é um fator muito importante, pois a segurança do alimento fornecido para o gado não pode ser deixada de lado. Em silagem de milho, por exemplo, pode haver a formação de micotoxinas produzidas por fungos durante o armazenamento, como os do gênero *Arpergillus*. Os fungos toxigênicos desenvolvem-se devido a um determinado conjunto de condições ambientais, porém nem sempre eles produzem as micotoxinas. A maioria delas pode permanecer em estabilidade por muito tempo nos alimentos, e muitas sobrevivem ao processo de ensilagem (Lima et al., 2021).

A pesquisa de Santos (2018), avaliou os efeitos da exposição aeróbia de silagens de milho durante a realocação, com o objetivo de definir as implicações do tempo de realocação sobre as características fermentativas, microbiológicas, estabilidade aeróbia e composição química das silagens. O autor utilizou o milho híbrido PIONEER 30F90H®, colhido com 32,5% de matéria seca (MS), 96,0% de matéria orgânica (MO), 7,6% de proteína bruta (PB), 49,6 % de fibra detergente neutro (FDN) e 37,0% de carboidratos não fibrosos (CNF) (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição química (g/kg da MS) das silagens antes da realocação, bem como da planta inteira de milho (PI).

Variáveis	Milho	0h	6h	12h	18h	24h	30h	36h	48h	60h
MS	324	310	305	315	320	315	314	295	307	309
MO	959	963	965	961	961	962	961	961	959	960
PB	75,5	69	71	71	68	73	70	71	71	70
FDN	496	380	396	388	473	438	416	498	473	499
CNF	369	494	463	480	391	424	445	362	385	356

PI - Planta inteira de milho; MS - matéria seca; MO - matéria orgânica; PB - proteína bruta; FDN – fibra detergente neutro; CNF – carboidratos não fibrosos. Fonte: Adaptado de Santos (2018).

As silagens foram feitas em silos experimentais (baldes de plástico de 15 litros), com 9 kg de forragem que foram abertos com 30 dias de armazenamento. A silagem foi colocada em exposição por pilhas de repetição e realocada. No total, foram dez tratamentos: o controle, com tempo de realocação de 0 horas, em que a silagem foi retirada do silo, homogeneizada, e imediatamente realocada para outro silo; e os outros tratamentos com 6; 12; 18; 24; 30; 36; 42; 48 e 60 horas, com três repetições cada. Feito isso, realizou-se novamente o armazenamento em local protegido.

Não foram observadas mudanças significativas no perfil de fermentação e na preservação das silagens, visto que não foram observadas diferenças significativas nas populações microbianas e no perfil fermentativo quando comparada à silagem não realocada. Este é um indicativo de que o oxigênio presente durante o tempo de realocação foi consumido novamente no novo silo. Entretanto, houve aumento no pH das silagens realocadas, causado pela oxidação dos carboidratos e do AL a CO₂ e água, beneficiando o desenvolvimento de microrganismos aeróbios (Rooke & Hatfiel, 2003). Porém, o maior valor de pH verificado foi de 3,95, que de acordo com (McDonald, et al., 1991), encontra-se dentro da faixa aceitável para silagens de milho.

Nessa mesma pesquisa, observou-se aumento na estabilidade aeróbia nas silagens submetidas à realocação, ocasionada pela entrada de ar na massa ensilada, resultando em desenvolvimento de microrganismos deterioradores. Sendo assim, a maior estabilidade das silagens a partir do tempo de 24 horas foi devido à menor disponibilidade de substratos residuais, pois estes foram utilizados na realocação e no armazenamento depois da prática.

A qualidade das silagens após a realocação não foi alterada consideravelmente, conforme pode ser visualizado na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição química (g/kg da MS) de silagens de milho, após 30 dias da realocação.

Variáveis	NR	0h	6h	12h	18h	24h	30h	36h	48h	60h
MS	312	322	316	333	337	332	314	323	331	352*
MO	960	961	962	960	961	961	965	964	964	957
PB	86,3	84,9	81,5	83,9	85,9	84,7	80	86,2	82	87,7*
FDN	413	442	426	438	425	412	486*	442	448*	436
CNF	424	399	417	404	407	374	374	367	407	404

NR - Silagem não realocada, armazenada por 60 dias após ensilagem; MS - matéria seca; MO - matéria orgânica; PB - proteína bruta; FDN – fibra detergente neutro; CNF – carboidratos não fibrosos. *Difere do tratamento controle pelo Teste de Dunnett. Fonte: Adaptado de Santos (2018).

O autor concluiu que, silagens com até 60 horas de exposição ao ar, seguida de 30 dias de armazenamento anaeróbio, não apresentaram danos em seu valor nutricional e nem no seu perfil de fermentação. Porém, as perdas de MS e de CNF aumentaram quando a silagem ficou armazenada por mais de 32 dias após a realocação.

Chen & Weinberg (2014), avaliaram os efeitos da realocação de silagens de trigo e de milho na qualidade final das silagens realocadas, além de analisarem as perdas de nutrientes durante o processo de realocação. Os parâmetros avaliados foram MS, pH, CO₂, leveduras, bolores, digestibilidade, ácidos acético e butírico, e etanol. Os tratamentos consistiram em um grupo controle (sem aditivo) e o restante com 0,5 g/kg de aditivo químico composto de ácidos orgânicos, o Koffosil®. Em seguida, ensilaram ambos em potes de 1,5 litros e armazenaram em temperatura ambiente (25 ± 2 °C), a silagem de trigo foi estocada por 5 meses e a silagem de milho foi estocada por 2 meses. Feito isso, foram realocadas após 4 a 6, 16 a 17, 24 a 26 e 48 a 50 horas.

Nas exposições das silagens em até 48 horas, os autores verificaram elevação nos teores de MS e, nos maiores tempos de exposição das silagens ao ar antes da realocação, observou-se redução da digestibilidade. No ano seguinte, os autores supracitados realizaram um segundo conjunto de experimentos, com as mesmas culturas, porém utilizando como aditivo o aditivo o *Lactobacillus plantarum* MTD1®, em que foi aplicado 106 UFC/g, e em tempos de exposição ao ar em 4, 8, 24 e 48 horas.

No experimento com o trigo, o tempo de exposição não aumentou as perdas na MS, porém as perdas na silagem reduziram com a adição do *Lactobacillus plantarum*. O tratamento controle apresentou maior concentração de ácidos acético e butírico, quando comparadas às silagens com o aditivo, enquanto que o AL foi maior nas silagens inoculadas. A exposição ao oxigênio resultou na elevação nos teores de MS e alterou os teores de etanol, ácido butírico e da digestibilidade da MS, porém não modificou os teores de AL e ácido acético.

No experimento com as silagens de milho, o inoculante apresentou efeito de redução nos produtos finais da fermentação, porém não afetou as perdas de MS, teores de cinzas e de digestibilidade. Nas silagens de trigo, o *L. plantarum* apresentou efeito sobre a produção de CO₂, que resultou em maior deterioração aeróbia quando comparada ao grupo controle. Além disso, o tratamento controle e o aditivado deterioraram com a exposição ao ar, exceto a silagem que permaneceu vedada até o final do experimento. A exposição ao ar teve efeito significativo na produção de CO₂.

Mesmo com a inclusão de produto composto por ácidos orgânicos, que protegeria esse material da exposição ao oxigênio, tanto o tratamento controle quanto o tratamento com o aditivo, não foram afetadas de forma significativa pela exposição ao O₂ até o tempo de 48 horas. O inoculante contribuiu para aumentar a deterioração aeróbia, pois as bactérias ácido lácticas homofermentativas não produziram ácidos graxos voláteis (AGV's) o suficiente para impedir ou reduzir a atividade de leveduras e bolores (Weinberg & Muck, 1996). As silagens de trigo que fizeram parte do grupo controle apresentaram concentrações de ácido acético e butírico maiores do que as inoculadas, e as silagens de milho controle apresentaram concentração de ácido acético maior do que as silagens de milho inoculadas.

Os resultados desse experimento foram de acordo com os estudos de (Buxton, et al., 2003), em que os autores

afirmam que o êxito da realocação da silagem depende do seu perfil de fermentação, e em menor grau, da velocidade de realocação. A acidificação não é suficiente para proteger a silagem durante a realocação; deve conter AGV's suficientes para evitar a deterioração aeróbia no novo silo. Se a contagem de fungos leveduriformes e fungos filamentosos forem altos, ou se for tratada com BAL homofermentativas, o material pode ser mais suscetível à exposição aeróbia e a chance de haver grandes perdas durante a fase de descarregamento do silo e fornecimento aos animais é mais alta.

4. Considerações Finais

As características qualitativas das silagens realocadas estão diretamente relacionadas à sua composição química antes da realocação. Além disso, o processo de ensilagem, quando não realizado corretamente, acarretará em prejuízos.

Silagens armazenadas por longos períodos tendem a apresentar teores mais elevados de ácido acético e menor valor nutricional. O material realocado tende à perda da estabilidade aeróbia devido à degradação de nutrientes ocasionada pelos microrganismos que tem seu desenvolvimento e crescimento estimulados pela presença de oxigênio no meio.

As pesquisas realizadas até o momento evidenciam que o tempo de estocagem do material feito após a realocação possui maior interferência sobre as perdas nutricionais da silagem realocada do que sobre o tempo de realocação; entretanto, mais estudos devem ser feitos para que a pesquisa possa elucidar questões pertinentes ao processo, como o tipo de material mais adequado para a prática e seus respectivos tempos de realocação, para que as perdas com o processo sejam reduzidas e a qualidade do produto seja mantida por tempo indeterminado.

Referências

- Bernardes, T. F. & Rêgo, A. C. (2014). Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms. *J. Dairy Sci.* 97, 1852–1861. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-7181>.
- Bonfá, C. S., Guimarães, C. G., Evangelista, A. R., Santos, A. S. Dos, Pantoja, L. De A., Magalhães, M. A., Fabris, J. D. & Almeida, L. G. F. de (2022). Ethanol and organic acid production related to the microbial population in sugarcane silages with admixed crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) bran, *New Zealand J. Agric. Res.*, 10.1080/00288233.2022.2054826.
- Buxton, D. R., Muck, R. E., Harrison, J. H., Mahanna, B. & Chase, L. E. (2003). Practical Applications and Solutions to Silage Problems. *Agronomy Monograph*. doi:10.2134/agronmonogr42.c19.
- Cardoso, G. E. & Silva, J. M. (1995). Silos, Silagem e Ensilagem. Embrapa Gado de Corte. *Circular Técnica n° 2*, 1 - 6.
- Cavalcante, A. C. R., Silva, G. L. & Oliveira, L. E. V. (2020). Perdas na produção e utilização de silagens. In: Cândido JDC, Furtado RN. *Estoque de forragem para a seca: Produção e utilização de silagem*. Imprensa Universitária. 122-142.
- Chen, Y. & Weinberg, Z. G. (2014). The effect of relocation of whole-crop wheat and corn silages on their quality. *J. Dairy Sci.* 97, 406-410. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7098>.
- Coelho, M. M., Gonçalves, L. C., Rodrigues, J. A. S., Keller, K. M., Dos Anjos, G. V. S., Ottoni, D., Michel, P. H. F. & Jayme, D. G. (2018). Chemical characteristics, aerobic stability, and microbiological counts in corn silage re-ensiled with bacterial inoculant. *Pesq. Agropec. Bras.* 53, 1045-1052, 2018. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2018000900008>.
- Dos Anjos, G. V. S., Gonçalves, L. C., Rodrigues, J. A. S., Keller, K. M., Coelho, M. M., Michel, P. H. F., Ottoni, D. & Jayme, D. G. (2018). Effect of re-ensiling on the quality of sorghum silage. *J. Dairy Sci.* 101(7). <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13687>.
- Gil, A. C. (2002). Como elaborar projetos de pesquisa. *Atlas*. (3a ed.), 45.
- Guimarães, C. G., Bonfá, C. S., Evangelista, A. R., Santos, A. S., Pantoja, L. A. & Castro, G. H. F. (2018). Fermentation characteristics of elephant grass silages with macaúba cake. *Acta Scientiarum. Animal Sciences.* 40:42523.
- Lima, C. M. G., Costa, H. R. D., Pagnossa, J. P., Rollemberg, N. C., Silva, J. F., Nora, F. M. D., Batiha, G. E. & Verruck, S. (2021). Influence of grains postharvest conditions on mycotoxins occurrence in milk and dairy products. *Food Sci. Technol.* <https://doi.org/10.1590/fst.16421>.
- Lima, E. M., Gonçalves, L. C., Keller, K. M., Rodrigues, J. A. S., Santos, F. P. C., Michel, P. H. F., Raposo, V. S. & Jyme, D. G. (2016). Re-ensiling and its effects on chemical composition, *in vitro* digestibility, and quality of corn silage after different lengths of exposure to air. *Can. J. Anim. Sci.*, 97, 250-257. <https://doi.org/10.1139/cjas-2016-0005>.
- McDonald, P., Henderson, A. R. & Heron, S. J. E. (1991). *The biochemistry of silage*. (2a ed.), Marlow: Chalcombe Publications, p.340.

- Mendonça, F. C. & Rassini, J. B. (2006). Temperatura base inferior e estacionalidade de produção de gramíneas forrageiras tropicais. *Embrapa Pecuária Sudeste, Circular Técnica nº 45*, 1-3.
- Michel, P. H. F., Gonçalves, L. C., Rodrigues, J. A. S., Keller, K. M., Raposo, V. S., Lima, E. M., Santos, F. P. C. & Jayme, D. G. (2016). Re-ensiling and inoculant application with *Lactobacillus plantarum* and *Propionibacterium acidipropionici* on sorghum silage, *Grass Forage Sci.* 10.1111/gfs.12253.
- Pedroso, A. de F. (1998). *Silagem: princípios básicos – produção – manejo*. Publicações EMBRAPA.
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. UFSM. ufsm.br/app/uploads/sites/358/2019/02/Metodologiadada-Pesquisa-Cientifica_final.pdf
- Rocha, A. K. P., Alves, C. P., Silva, J. C., Silva, T. G. F., Leite, M. L. M. V. & Junior, B. C. (2020). Main ecosystems used as native pasture in Brazil: a review. *Res. Soc. Dev.* 9(10), 10-22. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8592>.
- Rooke, J. A. & Hatfield, R. D. (2003). Biochemistry of ensiling. Silage science and technology. 1ª ed., Madison: *American Society of Agronomy*, 31-95.
- Santos, R. I. R. (2018). *Efeitos da exposição aeróbia e tempo de armazenamento em silagens de milho realocadas*. p. 50. Dissertação (Mestrado em Saúde e Produção Animal na Amazônia). - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém.
- Schmidt, P., Souza, C. M. & Bach, B. C. (2014). Uso estratégico de aditivos em silagens: quando e como usar? In: Jobim CC, Cecato U, Canto MW & Bankuti FI (eds.), *Simpósio: Produção e utilização de forragens conservadas*, (5a ed.), *Anais...* Maringá: UEM, 243-264.
- Schmidt, P., Mari, L. J., Nussio, L. G., Pedroso, A. F., Paziani, S. F. & Wechsler, F. S. (2007). Chemical and biological additives in the ensiling of sugar cane: chemical composition, dry matter intake, digestibility and ingestive behavior. *R. Bras. Zootec.* 36(5), 1666 - 1675. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000700027>.
- Silva, I. R., Shigaki, F., Rodrigues, R. C., Jesus, A. P. R., Costa, C. S., Araújo, R. A., Santos, F. N. S. & Mendes, S. S. (2020). Valor nutritivo de silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos bacterianos e períodos de fermentação. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.* 21, 3. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-9940210212020>.
- Silva, T. C., Mendonça, R. C. A., Santos, R. I. R., Souza, M. S., Queiroz, A. C. M. & Rêgo, A. C. (2019). *Realocação de Silagens*. I Simpósio Parnaibano de Conservação e Utilização de Forragens. Tecnologias e Inovações para a Pecuária Nordestina.
- Souza, M. S. (2019). *Como a aplicação de benzoato de sódio, a realocação e o tempo de armazenamento afetam a fermentação, a composição química e a estabilidade aeróbia da silagem de cana-de-açúcar?* Dissertação (Mestrado em Pós-graduação em saúde e produção animal) – UFRA. Belém, p.55.
- Vergara, S. C. (2009). Projetos e relatórios de pesquisa em administração. *Atlas*. (10a ed.), 55.
- USDA U. S. Department of Agriculture - World Agricultural Production (2021). *Circular Series*, WAP, 7-20.
- Weinberg, Z. G. & Muck, R. E. (1996). New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. *FEMS Microbiology Reviews.* 19(3), 53-68.