



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA

VALÉRIA VORPAGEL FRANK

ESTABILIDADE AERÓBICA DE SILAGENS DE ALFAFA ELABORADAS EM
DOIS ESTÁDIOS FENOLÓGICOS

CERRO LARGO

2019

VALÉRIA VORPAGEL FRANK

**ESTABILIDADE AERÓBICA DE SILAGENS DE ALFAFA ELABORADAS EM
DOIS ESTÁDIOS FENOLÓGICOS**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção de
grau de Bacharel em Agronomia à
Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Gilmar Roberto Meinerz

CERRO LARGO

2019

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Frank, Valéria Vorpapel
Estabilidade aeróbica de silagens de alfafa
elaboradas em dois estádios fenológicos / Valéria
Vorpapel Frank. -- 2019.
35 f.:il.

Orientador: Gilmar Roberto Meinerz.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Agronomia, Cerro Largo, RS , 2019.

1. Alfafa. 2. Silagem. 3. Estabilidade aeróbica. 4.
Análise bromatológica. I. Meinerz, Gilmar Roberto,
orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III.
Título.

VALÉRIA VORPAGEL FRANK

**ESTABILIDADE AERÓBICA DE SILAGENS DE ALFAFA ELABORADAS EM
DOIS ESTÁDIOS FENOLÓGICOS**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia à Universidade Federal da Fronteira Sul.

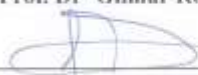
Orientador: Prof. Dr. Gilmar Roberto Meinerz

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado e aprovado por banca em 03/12/19

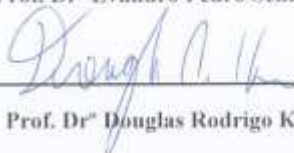
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Gilmar Roberto Meinerz – UFFS



Prof. Dr. Evandro Pedro Schneider – UFFS



Prof. Dr. Douglas Rodrigo Kaiser - UFFS

RESUMO

A alfafa é uma das mais importantes forrageiras devido a sua produtividade, qualidade proteica, palatabilidade e digestibilidade, sendo um ótimo volumoso para fornecimento aos bovinos leiteiros. No entanto, o fornecimento aos animais na forma de pastejo está sujeito à variações na qualidade e quantidade da alfafa, devido aos estádios de desenvolvimento da planta e também variações climáticas que podem causar escassez no fornecimento da forrageira. Assim, é importante conservar a forrageira para se manter os altos níveis nutricionais da mesma. A ensilagem é uma importante opção para conservação de volumoso. Diante disso, essa pesquisa tem como objetivo avaliar as alterações nutricionais da silagem de alfafa elaborada em dois estádios fenológicos E1 e E2 a fim de buscar o equilíbrio entre qualidade nutricional e estabilidade aeróbica após a desensilagem. Realizou-se a ensilagem da alfafa implantada em uma área no município de Salvador das Missões - RS. Após a abertura dos silos, avaliou-se a temperatura no interior do silo, o pH, a composição bromatológica: Matéria Seca (MS), Matéria Mineral (MM), Nutrientes Digestíveis Totais (NDT), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA) e Proteína Bruta (PB) e as perdas de nutrientes ocorridas após os períodos de exposição aeróbica. As avaliações foram realizadas no momento da abertura do silo, considerada hora 0 e após 24, 48, 72 e 96 horas de exposição aeróbica. Os resultados demonstraram que mesmo após o rápido rompimento da estabilidade aeróbica, em torno de 24 horas, isto não afetou a qualidade nutricional da silagem de alfafa em ambos os estádios de elaboração. Alcançando altos teores de PB e NDT. Houve baixos teores de FDN e FDA. As perdas somaram 4,32% de MS, 1,22% de PB e 3,09% de NDT na silagem elaborada no estádio 2, após 96 horas de exposição aeróbica, havendo neste estádio diferença estatística quanto ao período de exposição aeróbica.

Palavras-chave: *Medicago sativa* L.. Conservação. Valor nutricional. Bovino.

ABSTRACT

Alfalfa is one of the most important forages due to its productivity, protein quality, palatability and digestibility, being a great roughage for dairy cattle. However, the supply to animals in the form of grazing is subject to variations in alfalfa quality and quantity due to plant developmental stages and also climatic variations that may cause shortage of forage supply. Thus, it is important to preserve the forage to maintain its high nutritional levels. Silage is an important option for bulky conservation. Given this, this research aims to evaluate the nutritional changes of alfalfa silage elaborated in two phenological stages E1 and E2 in order to find the balance between nutritional quality and aerobic stability after desilting. The alfalfa silage was implanted in an area in the city of Salvador das Missões - RS. After opening the silos, the temperature inside the silo, the pH, the bromatological composition were evaluated: Dry Matter (MS), Mineral Matter (MM), Total Digestible Nutrients (NDT), Neutral Detergent Fiber (NDF), Acid Detergent Fiber (FDA) and Crude Protein (CP) and nutrient losses occurring after periods of aerobic exposure. Evaluations were performed at the time of silo opening, considered hour 0 and after 24, 48, 72 and 96 hours of aerobic exposure. The results showed that even after the rapid disruption of aerobic stability, around 24 hours, this did not affect the nutritional quality of alfalfa silage in both elaboration stages. Achieving high levels of PB and NDT. There were low levels of NDF and ADF. Losses totaled 4.32% DM, 1.22% CP and 3.09% TDN in the silage elaborated in stage 2, after 96 hours of aerobic exposure, with statistical difference in this stage regarding the aerobic exposure period.

Keywords: *Medicago sativa* L .. Conservation. Nutritional value. Bovine.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mini silos experimentais.	19
Figura 2: PH das silagens de alfafa elaboradas em 2 estádios fenológicos e submetidas a 5 períodos de exposição aeróbica.	20
Figura 3: Temperatura da silagem de alfafa após abertura do silo em 5 períodos de exposição aeróbica.	22
Figura 4: Teores de Matéria Seca (MS) em silagens de alfafa elaboradas em 2 estádios fenológicos, submetidas a 5 períodos de exposição aeróbica.	23
Figura 5: Teores de PB da silagem de alfafa, em % da MS, elaborada em 2 estádios fenológicos e submetida a 5 períodos de exposição aeróbica.	24
Figura 6: Teores de FDA da silagem de alfafa, em % da MS, elaborada em 2 estádios fenológicos e submetida a 5 períodos de exposição aeróbica.	25
Figura 7: Teores de FDN da silagem de alfafa, em % da MS, elaborada em 2 estádios fenológicos e submetida a 5 períodos de exposição aeróbica.	26
Figura 8: Teores de NDT da silagem de alfafa, em % da MS, elaborada em 2 estádios fenológicos e submetida a 5 períodos de exposição aeróbica.	27
Figura 9: Percentual de perdas de MS, PB, NDT em silagem de alfafa elaborada em 2 estádios e submetida à exposição aeróbica.	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1 CARACTERÍSTICAS DA BOVINOCULTURA DE LEITE	10
2.2 PRODUÇÃO DE ALFAFA	11
2.3 ENSILAGEM DA ALFAFA.....	13
2.3.1 Estabilidade aeróbica da silagem	15
2.3.2 Composição nutricional dos alimentos	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
4.1 AVALIAÇÃO DO PH E TEMPERATURA DOS SILOS	20
4.2 ANÁLISE BROMATOLÓGICA DA SILAGEM DE ALFAFA	22
4.3 PERDA DE NUTRIENTES E MATÉRIA SECA APÓS ABERTURA DOS SILOS	28
5 CONCLUSÕES.....	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
APÊNDICE	35

1 INTRODUÇÃO

A alfafa (*Medicago sativa*, L.) é uma das mais antigas forrageiras cultivadas. Pertence à família botânica Fabaceae, sendo uma leguminosa perene originária do sudoeste da Ásia. Há referências de sua presença na Turquia desde 1300 a.C., e na Babilônia (atual Iraque e Irã) desde 700 a.C. Posteriormente foi difundida pela Europa e pelas Américas. No Brasil, os primeiros registros apareceram em torno de 1850, segundo Saibro (1985 apud RODRIGUES et al., 2009), provavelmente introduzida através da Argentina e do Uruguai .

Por ser uma planta leguminosa apresenta alta fixação biológica de nitrogênio, evidenciando a sua importância ao solo. Essa simbiose propicia à planta uma fonte de nitrogênio retirado do ar pela bactéria, que é absorvido pelas raízes. Em troca, a planta fornece alimento para a bactéria na forma de seiva. (MITTELMANN, 2008)

A alfafa é considerada uma das mais importantes forrageiras, devido a abrangência de área explorada e também por reunir características importantes, tais como produtividade, qualidade proteica, palatabilidade, digestibilidade, capacidade de fixar nitrogênio no solo e baixa sazonalidade da produção de forragem (RASSINI et al. (2008). Além disso, também tem grande importância na nutrição animal, pelo seu elevado teor de proteína, em torno de 20% de PB na cultivar Crioula. Os teores de PB no inverno apresentam-se superiores aos do verão, pois no período do verão a maior taxa de crescimento acarretou efeito de diluição na concentração proteica (COSTA et al., 2006). Dessa forma, é importante para uso na alimentação de rebanhos leiteiros. Podendo ser oferecida aos animais na forma conservada, tais como feno e silagem, e também na forma verde picada ou pastejo, conseguindo-se excelentes resultados em termos de produção de leite.

Quanto à ensilagem de leguminosas, esta não era muito indicada por sua fermentação predominantemente realizada por clostrídios, levando a uma silagem com alto teor de ácido butírico. Isso é atribuído a três fatores: o alto poder tampão (PT), o baixo teor de carboidratos solúveis em água (CS) e também o baixo teor de matéria seca (MS). Estes três fatores são responsáveis pela capacidade fermentativa de uma cultura, conforme Mari, Nussio (2005).

É importante realizar a avaliação da estabilidade aeróbica para determinar o período em que a silagem mantém as suas características nutricionais, já que um aumento na temperatura acarreta em perda gradativa na qualidade, devido ao crescimento de microorganismos. Ao comparar a conservação da silagem, realizada em dois estádios fenológicos distintos, poderá se definir em qual estágio há uma maior durabilidade da silagem, e também os melhores níveis nutricionais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERÍSTICAS DA BOVINOCULTURA DE LEITE

O Brasil é um dos maiores produtores de leite do mundo, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, no 4º trimestre de 2018 foram adquiridos 6,702 bilhões de litros de leite cru, e 6,687 bilhões de litros de leite cru foram industrializados. No Rio Grande do Sul, foram adquiridos 899 milhões de litros de leite cru, e foram industrializados 896 milhões de litros de leite cru. O leite é considerado um dos produtos mais importantes da agropecuária brasileira, pois a partir desta matéria prima obtêm-se inúmeros derivados (IBGE, 2018).

Para o bom funcionamento da atividade leiteira, é necessário eficiência, e esta é atribuída à produtividade com menor custo possível. A alimentação é o principal custo de uma propriedade leiteira. Em um estudo realizado em uma propriedade localizada em Herval Grande – RS, a alimentação representou 43,77% dos custos totais de produção no ano de 2014, visto que a alimentação no coxo foi responsável por 36,18% e a alimentação no pasto representou 7,59%. Contudo, no ano de 2015 a parcela da alimentação foi ainda maior, de 46,91% dos custos totais. Para evitar o aumento de custos, é importante escolher o concentrado com os nutrientes em quantidade correta. Isto, para não ocasionar redução da produtividade e aumento no gasto com medicamentos, devido a possibilidade de o plantel ser acometido por enfermidades resultantes da má nutrição (WESCINSKI; ZANIN, 2019).

Por haver uma grande variedade de forrageiras e outros alimentos que podem ser fornecidos às vacas leiteiras, há variação no custo de produção do leite em cada local. Em uma análise econômica da simulação de três sistemas de produção de leite, realizado em uma fazenda no município de São Carlos, São Paulo, verificou-se que os sistemas de produção que utilizaram alfafa na alimentação das vacas em lactação mostraram-se rentáveis. Isto se deve principalmente à redução do custo da alimentação, devido ao menor consumo de silagem de milho e à utilização de concentrado com menor teor proteico nas dietas com alfafa, já que a alfafa possui elevado teor de proteína. Concluiu-se neste estudo que a lucratividade do sistema de produção melhorou conforme aumentou a participação da alfafa na dieta animal (VINHOLIS et al. 2008).

As vacas com maior produção de leite requerem quantidade elevada de concentrado e ao proporcionar a oferta de forragem de melhor qualidade, menor será a quantidade de

concentrado necessária para determinado nível de produção. Nesse contexto, a alfafa é uma boa opção para a alimentação das vacas leiteiras. Dependendo do nível de produção de leite da vaca, pode-se utilizá-la como substituto parcial do alimento concentrado, com redução do custo de produção de leite sem perda na qualidade da dieta (FERREIRA et al., 2016).

Conforme Martinez (2010), para formular a ração das vacas leiteiras no Brasil, utiliza-se os alimentos volumosos, principalmente as pastagens, as silagens de milho, sorgo ou capim e a cana-de-açúcar. No entanto, somente o uso de volumosos apresenta deficiências nutricionais. Para isso, é fundamental o uso de alimentos concentrados permitindo produções elevadas das vacas leiteiras. Os concentrados são na grande maioria compostos por suplementos energéticos, suplementos proteicos e suplementos minerais e vitamínicos.

Atualmente, com base nas tabelas que contém a composição bromatológica dos alimentos, e com o auxílio de programas de computador são formuladas as rações para a alimentação dos bovinos. Deve-se atender as exigências nutricionais utilizando os alimentos mais adequados, e buscando reduzir o custo da alimentação.

2.2 PRODUÇÃO DE ALFAFA

A alfafa é de vasto cultivo em todo o mundo, porém mais concentrada nas regiões de clima temperado, principalmente nos Estados Unidos, Rússia e Argentina que são os maiores produtores (RASSINI, 2008). No Rio Grande do Sul a cultura chegou a atingir cerca de 20 mil hectares, mas hoje abrange menos de quatro mil hectares, sendo a Mesorregião das Missões a principal produtora de alfafa no Estado. Apesar da diminuição no seu cultivo, a cultura ainda está presente em 19% dos municípios do Estado (MITTELMANN, 2008).

Referente às características de solo necessárias para a produção de alfafa, a fertilidade do solo é a principal limitação para o plantio, independentemente da localização e do clima, exceto em algumas microrregiões. Em razão do volume do sistema radicular, em que há grande quantidade de raízes pivotantes, se faz necessário corrigir a acidez ao longo do perfil para o cultivo da alfafa sob tais condições edáficas, buscando-se alcançar, na camada arável, os valores de pH entre 6,7 e 6,9, para obtenção do máximo potencial de produção estimado, conforme Moreira et al., (2007).

Visto que a alfafa é uma ótima opção de alimento aos animais, esta pode ser fornecida de diversas maneiras. A alfafa pode ser fornecida aos animais na forma conservada, na forma verde picada ou sob pastejo. As principais formas de conservação da forragem da alfafa são o feno (que se caracteriza como forragem armazenada com teor de umidade abaixo de 20%), a

silagem (forragem armazenada com teor de umidade acima de 70%) e o pré-secado (forragem normalmente armazenada em sacos de polietileno com teor de umidade que varia de 40% a 60%). A alfafa também pode ser utilizada sob pastejo direto e na forma verde fornecida no cocho, que ocorre quando, por exemplo, não se deseja largar os animais na pastagem em condições de excesso de umidade, a fim de evitar a compactação do solo, segundo Rodrigues et al. (2008).

Ao adotar o pastejo como forma de utilização da alfafa pode ocorrer um sério problema: o timpanismo. O estágio fenológico ou de maturidade da planta de alfafa no momento do pastejo é a variável que melhor se associa com o aparecimento do timpanismo. No estágio de crescimento vegetativo, a forragem disponível apresenta alta relação folha-talo, elevado teor de proteína bruta (mais de 20%), baixo teor de parede celular (40%) e grande fragilidade das folhas, características associadas ao alto risco de ocorrência deste problema, conforme Rodrigues et al. (2008)

À medida que a alfafa atinge a maturidade, diminui o seu potencial meteorizante (de causar timpanismo), pelo fato de haver redução no teor de proteína bruta, aumento na proporção de fibra (FDN) e, principalmente, diminuição na relação folha-talo. Por um lado, a forragem tem menor capacidade de causar o timpanismo no estágio avançado de maturidade, mas por outro lado, apresenta qualidade e valor nutritivo reduzido. A fim de se evitar este problema, a pré-secagem é uma técnica utilizada, segundo Rodrigues et al. (2008)

A utilização da alfafa como parte da dieta é uma alternativa promissora como complemento de volumosos tropicais, pois proporciona melhoria da qualidade da forragem consumida pelo animal e permite melhor balanceamento da relação energia e proteína. Outro aspecto é que a utilização da alfafa como parte da dieta diminui o risco de ocorrência de timpanismo, que pode ser elevado em condições onde a alfafa é o único alimento, segundo Ferreira et al. (2016).

Em outros países, como na Argentina, a alfafa é utilizada em grande proporção sob pastejo e, nos Estados Unidos, na forma de feno. No Brasil, a forma de utilização mais difundida até o momento tem sido o feno, possivelmente pela facilidade de transporte e de comercialização, embora sua utilização na forma verde picada ou em pastejo esteja adquirindo importância, tendo em vista o elevado custo de produção do feno de alfafa (RASSINI et al., 2008).

2.3 ENSILAGEM DA ALFAFA

Visto que a sazonalidade da produção de forragem na pastagem é algo comum, devido diversos fatores, como características climáticas e da própria planta, é preciso utilizar alguma forma de conservação e armazenamento da forragem nos períodos em que ocorre alta produção. Com isso, é possível proporcionar alimentos de alta qualidade, de maneira mais uniforme, ao longo do período de suplementação. Desse modo, a silagem é a principal fonte de volumoso conservado para alimentação dos animais (DE RESENDE, 2005).

A conservação da alfafa na forma de ensilagem não é uma prática muito difundida no Brasil. Isso porque, até recentemente, as leguminosas não eram indicadas para ensilagem por sua fermentação ser predominantemente realizada por clostrídios, levando a formação de uma silagem com alto teor de ácido butírico, característica não desejável. Isso é atribuído a três fatores: o alto poder tampão, o baixo teor de carboidratos solúveis em água e também, o baixo teor de matéria seca. Esses três parâmetros são responsáveis pela capacidade fermentativa de uma cultura, como afirmam Mari; Nussio (2005). Outra dificuldade ocorre pela inexistência de máquinas apropriadas para essa prática (RASSINI, 2008).

Para a realização da ensilagem de leguminosas pode-se usar de aditivos. Um dos tipos mais interessantes de aditivos são as fontes de carboidratos, que são materiais adicionados à forragem para aumentar o suprimento de energia para o crescimento de bactérias ácido lácticas, melhorando a fermentação. As fontes mais comuns são: açúcares, melaço, alguns tipos de cereais e polpa de citros (MARI; NUSSIO, 2005).

A identificação do momento ideal do corte da alfafa deve respeitar o equilíbrio entre o rendimento de matéria seca e o valor nutritivo da forrageira, os quais são inversamente proporcionais conforme a maturidade da planta. Ou seja, em estádios mais tardios observa-se produção de matéria seca mais elevada, mas percentuais de proteína bruta e de nutrientes digestíveis totais menores (VILELA et al.,2008).

No processo de confecção da silagem, esta passa por três fases: fase aeróbica, fase anaeróbica e fase estável. A fase aeróbica, ou respiração, ocorre quando há contato com o oxigênio. Durante a picagem da forragem ocorre o processo da respiração e proteólise, decorrentes da ação enzimática dentro das células vegetais e também pela ação de microorganismos. Devido o esmagamento do tecido vegetal há liberação de enzimas como a amilase e hemicelulase que decompõem o amido e a hemicelulose, aumentando o nível de carboidratos solúveis no material ensilado (PEDROSO, 1998).

Porém, nesta fase os microorganismos aeróbicos ou aeróbicos facultativos podem

atingir altas concentrações. Acarretando em um grande consumo de açúcares, juntamente com o consumo decorrente da respiração dos tecidos da planta, resultando em perdas significativas de carboidratos solúveis. Essa perda tem grande influência para a preservação da silagem, pois este é o principal substrato para as bactérias produtoras de ácido lático, essenciais para a preservação da forragem ensilada (PEDROSO, 1998). Como as leguminosas já possuem baixo percentual de carboidratos solúveis torna-se ainda mais difícil a preservação da silagem.

A fase anaeróbica da silagem, ou fermentação, ocorre quando o silo é vedado para não permitir a entrada de oxigênio. A preservação do valor nutritivo do material ensilado ocorre se for criado um ambiente de anaerobiose (PEREIRA, 2019). A partir deste momento as células intactas das plantas começam a se romper e a liberar o conteúdo celular que contém açúcares e enzimas. Os açúcares são fermentados pelas bactérias produtoras de ácido lático. Também são liberadas enzimas proteolíticas que decompõem as proteínas em compostos nitrogenados não proteicos solúveis (PEDROSO, 1998). O ácido lático produzido causa a queda do pH, e ocorre também um aumento de temperatura e nitrogênio amoniacal durante o processo de armazenamento da ensilagem (PEREIRA, 2019).

As forragens com teores de umidade muito elevados ($MS \leq 30\%$), ou teores baixos em carboidratos solúveis ($\leq 12\% MS$), ou teores de proteína bruta muito elevados ($\geq 15\% MS$), como é o caso de leguminosas jovens, dificultam o estabelecimento rápido no silo de um ambiente favorável à fermentações do tipo lático. Em virtude disso, recomenda-se a pré-secagem, elevando dessa maneira o teor de MS da forragem, limitando o desenvolvimento da flora butírica e exigindo desse modo menor quantidade de ácido lático e facilitando assim o processo de conservação para forragens com características físicas, químicas e biologicamente não ótimas (FREIXIAL; ALPENDRE, 2013).

A fase estável ocorre após o período de crescimento ativo das bactérias produtoras de ácido lático. Se o silo é adequadamente vedado, haverá baixa atividade biológica nesta fase, embora possa ocorrer degradação muito lenta da hemicelulose, liberando pequena quantidade de açúcar. Para manter esta fase, é importante a boa compactação da massa ensilada e evitar que o silo apresente furos (PEDROSO, 1998).

A utilização de silagem na alimentação animal é uma prática importante na sustentabilidade dos sistemas produtivos, considerando os elevados custos com alimentação animal. As mudanças e perdas durante a ensilagem são influenciadas pelas características da planta forrageira e estão também associadas às práticas de manejo, colheita e armazenamento. Esses fatores podem agir isoladamente ou interagindo entre si, esses aspectos precisam ser considerados para obtenção de silagem de maior qualidade e mais estáveis (SANTOS;

KUNG, 2016).

2.3.1 Estabilidade aeróbica da silagem

A estabilidade aeróbica da silagem pode ser conceituada como a resistência da massa de forragem a deterioração após a abertura do silo, ou seja, a velocidade com que a massa deteriora após exposta ao ar (JOBIM et al., 2007). Outros autores definem o rompimento da estabilidade aeróbica como o momento em que ocorre a elevação em 2° C na temperatura da silagem exposta ao ar, em relação ao ambiente, segundo O'Kiely et al. (2001).

Após a abertura do silo, se estabelece uma fase crítica do processo de ensilagem, pois o material fica exposto novamente ao oxigênio, ou seja, em condição de aerobiose, com isso começa ocorrer a degradação de alguns compostos, como os açúcares solúveis restantes e ácido lático produzidos no processo de fermentação (PEREIRA, 2019).

A atividade dos microrganismos que decompõem a silagem será mais intensa quanto melhor for a qualidade da silagem, em função dos maiores teores de carboidratos solúveis e de ácido lático residuais. Os principais substratos utilizados são os ácidos, o etanol e os açúcares solúveis, resultando em aumento do pH e redução na digestibilidade e no conteúdo de energia (JOBIM et al., 2007). Isto eleva as perdas de matéria seca e do valor nutritivo, repercutindo negativamente sobre o desempenho produtivo dos animais (BERNARDES et al., 2007).

Em relação aos efeitos dos micro-organismos sobre a estabilidade da silagem, ocorre primeiramente a ação de leveduras, em seguida, a ação das bactérias aeróbias e por último, os fungos filamentosos. A deterioração da silagem pode ser facilmente identificada pela elevação da temperatura do material ensilado (JOBIM et al., 2007)

No intuito de diminuir as perdas de nutrientes durante a exposição das silagens ao oxigênio, faz-se necessário o emurhecimento da alfafa. Também pode-se fazer a inoculação com bactérias ácido lácticas para garantir fermentação adequada e pH abaixo de 4,5. Como os inoculantes microbianos são bactérias vivas liofilizadas, para ter sucesso na inoculação, estas devem armazenadas e manejadas com cuidado, ao abrigo de luz direta ou altas temperaturas, para que continuem efetivas. O uso de inoculantes microbianos em silagens emurchecidas de alfafa foi avaliado em seis artigos, sendo que em apenas dois a adição foi eficaz em melhorar a fermentação e reduzir o pH (SCHMIDT et al., 2014).

2.3.2 Composição nutricional dos alimentos

Avaliar o valor nutritivo da alfafa é importante para que seja formulada a dieta com base na composição deste alimento. Historicamente, a composição centesimal dos alimentos surgiu com o Método Weende, proposto em 1864, por Henneberg e Stohmann na Alemanha. Esse método propõe a separação do alimento em substâncias. Primeiramente, retira-se a umidade do alimento ficando apenas a matéria seca. Em seguida, retira-se a matéria inorgânica (os minerais) e se obtém o material orgânico. Do componente orgânico retiram-se os compostos nitrogenados, ou seja, a proteína, restando os compostos não nitrogenados. Então, se retira o extrato etéreo, ou seja, a gordura, restando os carboidratos e fibras (SALMAN et al., 2010).

É importante observar o teor de MS da forragem a ser ensilada, pois forragens ensiladas com teor excessivo de umidade, produzirão efluentes que carregarão grande parte dos açúcares solúveis, ácidos orgânicos, minerais e compostos nitrogenados não proteicos para fora do silo, constituindo fonte de grande perda de nutrientes prontamente digestíveis da silagem, segundo Pedroso (1998).

O valor energético dos alimentos é expresso em NDT (Nutrientes Digestíveis Totais), quanto maior o teor de NDT, mais energia disponível no alimento. Porém, este valor não pode ser determinado facilmente (MAGALHÃES, 2007).

A porção fibrosa dos alimentos é dividida em duas frações: FDA (Fibra em detergente ácido) e FDN (Fibra em detergente neutro). A FDN corresponde aos teores de celulose, hemicelulose, lignina e resíduos de N e cinzas que estão intimamente associados à fibra do alimento. A FDN é associada ao consumo de alimentos e à disponibilidade de energia dos mesmos (MAGALHÃES, 2007). A FDN ocupa espaço no rúmem e requer extensa mastigação para redução do tamanho de partículas e facilitar sua passagem através do trato digestivo. Assim, quanto maior o conteúdo de FDN em um alimento menor será a capacidade do animal em consumi-lo (DE OLIVEIRA, 2017).

A FDA corresponde aos mesmos constituintes da FDN, menos a hemicelulose. De forma geral, a FDA está relacionada com a digestibilidade, enquanto que a FDN é associada ao consumo de alimentos e à disponibilidade de energia dos mesmos (MAGALHÃES, 2007).

A matéria seca é toda fração do alimento excluída a água ou umidade natural. É um dado de extrema importância, principalmente quando obtido de alimentos volumosos, que normalmente apresentam umidade variável, conforme Andrigueto et al. (1982).

Quanto ao teor de fibra, este tem sido utilizado como índice negativo de qualidade da

dieta, uma vez que representa a fração menos digestível dos alimentos. A fração fibrosa dilui a energia do alimento e reduz o consumo voluntário, pelo efeito do enchimento do rúmen e pela saturação da capacidade de ruminação do animal. Contudo, a fibra é requerida para o funcionamento e metabolismo normal do rúmen. Portanto, avaliar a qualidade da fibra torna-se um fator importante na dieta dos ruminantes, particularmente de vacas em lactação, segundo Matos (1989).

Os valores de proteína bruta (PB) são obtidos pela relação entre o teor de nitrogênio (N) na proteína, o que equivale à constante 6,25. Portanto, um alimento que possui 1% de N, apresenta valor médio de 6,25% de PB. Esse valor é o mínimo requerido de N pelas bactérias ruminais, visando o bom funcionamento do rúmen (MAGALHÃES, 2007).

A medida do valor de pH em silagens foi considerada, no passado, como um importante indicador da qualidade de fermentação, sendo inclusive possível classificar as silagens em termos de qualidade. No entanto, atualmente essa variável deve ser usada com critério para fazer inferências à qualidade de fermentação, haja vista que silagens de materiais com baixo teor de umidade (silagem de forragem emurchecida) invariavelmente apresentam valores de pH elevados, acima de 4,2, valor anteriormente utilizado para classificar uma silagem como de qualidade pobre (JOBIM et al., 2007).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Nesta pesquisa foi realizada a confecção da silagem de alfafa, cortando-se a alfafa em dois estádios de desenvolvimento: E1 que é caracterizado como vegetativo pleno, iniciando em afilhos secundários até os primeiros botões florais. Já o E2, é denominado de reprodutivo, quando ocorre 10% do florescimento, cujo estágio foi identificado visualmente.

A área de alfafa está localizada na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul, em uma propriedade no interior do município de Salvador das Missões, nas seguintes coordenadas geográficas: latitude: 28° 7' 25" Sul e longitude: 54° 50' 6" Oeste. Na propriedade está implantada a cultivar Crioula, desde o ano de 2017. O tipo de solo encontrado na área é o Latossolo Vermelho pertencente à Unidade de Mapeamento Santo Ângelo (EMBRAPA, 2013) e o clima da região é o Cfa (subtropical úmido), conforme classificação de Köppen.

O corte foi realizado com uma segadora a uma altura de 5 cm do solo, e após isso a alfafa ficou exposta ao sol para desidratação, por um período de 4 horas. Após a desidratação, foi realizada a trituração em partículas de 1 a 3 cm, com o auxílio de uma ensiladora. Em seguida, realizada a confecção das silagens em mini silos experimentais com peso médio de 7 kg, compactados e hermeticamente fechados.

Após confeccionados os mini silos, estes foram armazenados no laboratório da Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Cerro Largo, onde permaneceram em temperatura ambiente, protegido da umidade e radiação solar, para a fermentação e posterior abertura após o período de 30 dias.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), pois as unidades experimentais são homogêneas. O experimento contou com 2 estádios em que se realizou o corte da alfafa para a confecção da silagem, com 4 repetições cada um, resultando assim em 8 unidades experimentais, os silos. Para a avaliação, foram aplicadas medidas repetidas no tempo nestas 8 unidades experimentais (Figura 1), avaliando-se o pH, a temperatura, Matéria Seca, Matéria Mineral, Nutrientes Digestíveis Totais, Fibra em Detergente Neutro, Fibra em Detergente Ácido, Proteína Bruta, e as perdas de MS, PB e NDT ocorridas após a aberturas dos silos. As cinco medidas repetidas são as seguintes: avaliação no momento da abertura do silo, considerada hora zero, e após 24, 48, 72 e 96 horas de abertura dos silos e consequente exposição aeróbica.

Figura 1: Mini silos experimentais.



Fonte: Elaborado pelo autor.

No dia anterior à abertura dos silos, os mini silos experimentais foram levados para ambiente climatizado, com temperatura constante de 25°C, e esta temperatura permaneceu constante após a abertura dos silos. Para a avaliação da temperatura, foi inserido o termômetro no centro dos silos, a fim de verificar o rompimento da estabilidade aeróbica, que é definido como o número de horas para a temperatura do silo aumentar 2 °C acima da temperatura inicial, segundo Bernardes et al. (2007). Para a avaliação do pH, foi utilizado o potenciômetro, amostrando-se 9 g silagem. Para se quantificar o teor de matéria seca (MS), foi amostrado 100g de silagem, posteriormente levada à estufa de circulação forçada de ar com temperatura média de 55°C, por 72 horas ou até atingir peso constante e em seguida moído em moinho do tipo “Willey”. A matéria mineral (MM) foi obtida pela incineração em mufla a 650 °C durante 8 horas e para determinação de proteína bruta (PB) pelo método Kjeldhal, segundo AOAC (1995). Os níveis de fibra em detergente neutro (FDN) e o conteúdo de fibra em detergente ácido (FDA), realizadas de acordo a metodologia de Van Soest et al. (1991). O NDT foi inferido pelo valor de FDN proposto por Cappelle et al. (2001), pela fórmula $NDT=83,79-0,4171FDN$.

Para as análises estatísticas, foi verificada a normalidade dos dados. Após verificada a normalidade, foi realizada a análise de variância e em seguida o Teste de Tukey para variáveis qualitativas e Análise de Regressão para variáveis quantitativas, com valor de significância ($P>0,05$), com o auxílio do programa SISVAR.

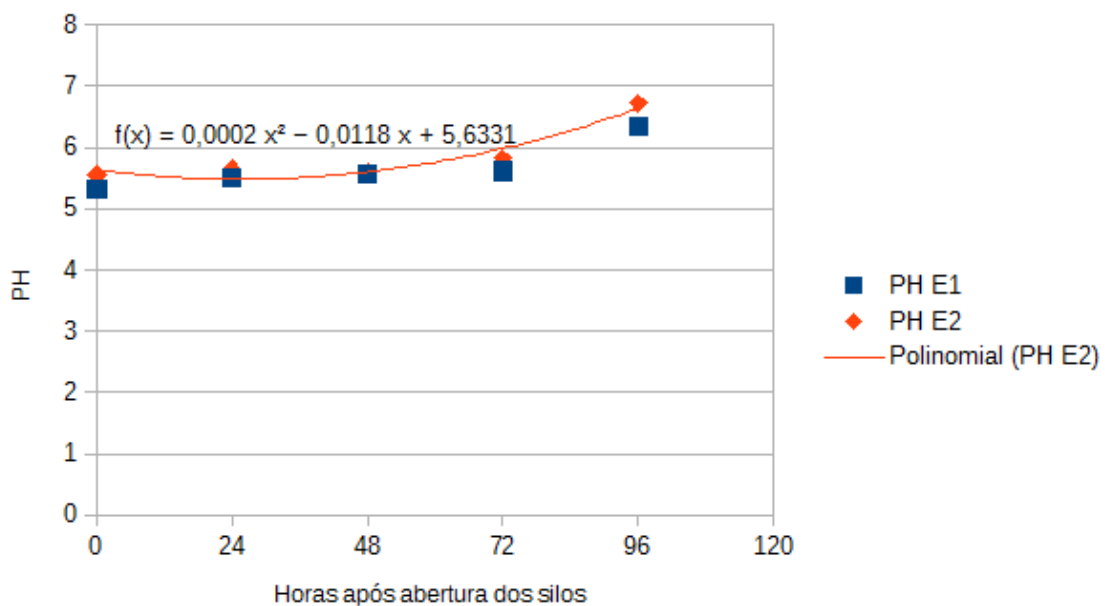
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 AVALIAÇÃO DO PH E TEMPERATURA DOS SILOS

Em relação ao pH da silagem no decorrer das horas após a abertura, observou-se que este aumentou, diminuindo a acidez da silagem, sendo que a polinomial de segundo grau foi significativa apenas nas silagens elaboradas no estágio 2. No que se refere à temperatura, esta também aumentou gradativamente, sendo a polinomial de segundo grau significativa também apenas no estágio 2. Segundo Pereira (2019), longos períodos de exposição ao ar da silagem aumentam o pH e a temperatura, causando a deterioração aeróbica do material ensilado.

Percebe-se que em ambos os estádios a silagem torna-se menos ácida conforme aumenta o período de exposição aeróbica, em 96 horas após a abertura o PH para o estágio 1 e 2 estava em 6,35 e 6,72, respectivamente (Figura 2). O valor de pH se eleva após a abertura do silo, quando ácidos orgânicos que preservam a silagem são consumidos por microrganismos. O pH e a umidade são os principais fatores de supressão do crescimento clostridiano, e o desenvolvimento dos clostrídios é restrito quando a forragem apresenta pH inferior a 4,2 (PAHLOW et al., 2013).

Figura 2: PH das silagens de alfafa elaboradas em 2 estádios fenológicos e submetidas a 5 períodos de exposição aeróbica.



Fonte: Elaborado pelo autor.

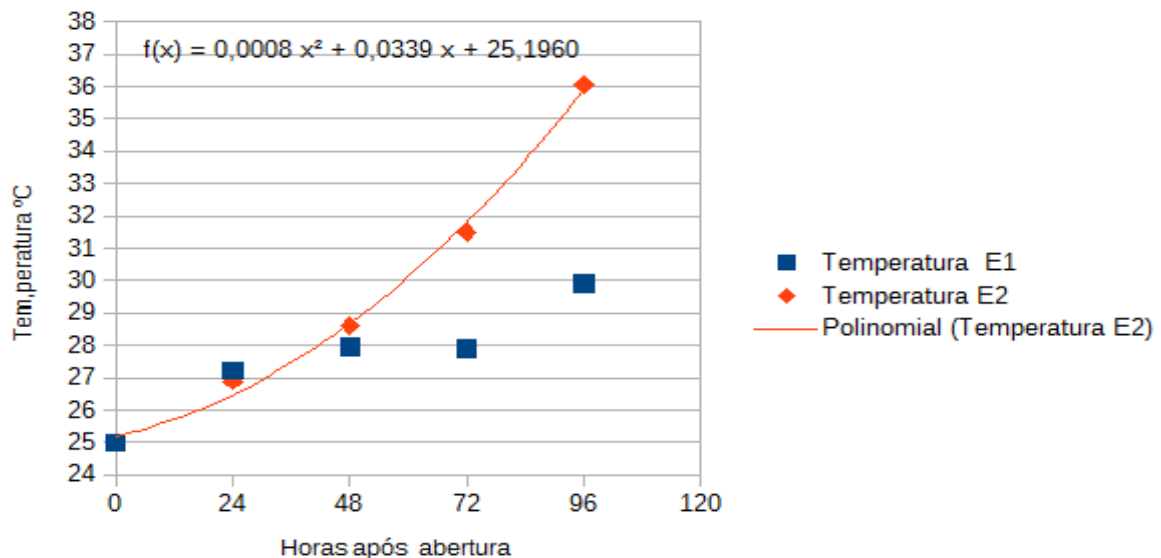
A deterioração aeróbia da silagem tem relação direta com a produção de leveduras e fungos, o qual depende de condições físicas e químicas da silagem, como presença de oxigênio e substrato (MUCK et al.,1991). Dessa forma, algumas leveduras podem fermentar o ácido láctico, causando o aumento do pH e criando condições para o crescimento de fungos e bactérias indesejáveis durante a fase de utilização da silagem, segundo Sá Neto et al. (2013).

Magalhães; Rodrigues, (2004) ao avaliarem a estabilidade de silagem pré-secada de alfafa após 40 dias de fermentação, encontraram o valor de pH de 5,33. Como forma de aumentar o período de conservação da silagem realizaram a adição de inoculante Silobac® , encontrando-se o valor de PH de 4,96, apesar de mais baixo, não diferiu estatisticamente. Rodrigues et al. (2004), encontrou valor de pH 5,50, semelhante ao valor do presente estudo nos períodos iniciais após a abertura dos silos.

Quanto à temperatura, constatou-se que esta subiu gradativamente conforme o período de exposição aeróbica. Após 96 horas, as silagens realizadas no estádio 1 apresentavam a temperatura de 29,92°C e as silagens realizadas no estádio 2 apresentaram o valor mais alto, de 30,06°C (Figura 3). A equação quadrática não foi significativa para as silagens realizadas no estádio 1, que apresentou média de temperatura de 27,60 °C. A equação quadrática foi significativa no estádio 2, explicando a relação entre períodos de exposição aeróbica e temperatura. Magalhães; Rodrigues, (2004) após 61,09 horas detectaram a temperatura de 24,3° C, a máxima temperatura após a abertura do silo, valor abaixo ao constatado no presente estudo.

Percebe-se que houve rompimento da estabilidade aeróbica após 24 horas no estádio 1, elevando a temperatura acima de 2°C em relação à temperatura ambiente (25°C). Já no estádio 2, o rompimento ainda não havia ocorrido em 24 horas, pois após esse período alcançou a temperatura de 26,89°C, bem próximo do rompimento da estabilidade aeróbica.

Figura 3: Temperatura da silagem de alfafa após abertura do silo em 5 períodos de exposição aeróbica.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com o intuito de evitar temperaturas muito altas, Rodrigues et al. (2004) adicionaram polpa cítrica a 12% à silagem de alfafa, então detectaram a máxima de 27,0 °C. Já ao adicionar o inoculante Silobac[®] não houve efeito sobre a estabilidade aeróbia conforme Magalhães; Rodrigues, (2004).

Conforme Pedroso (1998), temperaturas acima de 42 ou 44°C podem resultar ainda em processos de caramelização de carboidratos. Estes processos são conhecidos como reações de Maillard, nas quais os açúcares e os grupos amino livres das proteínas são convertidos em polímeros que aparecerão nas análises como parte da fibra em detergente ácido (FDA) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido.

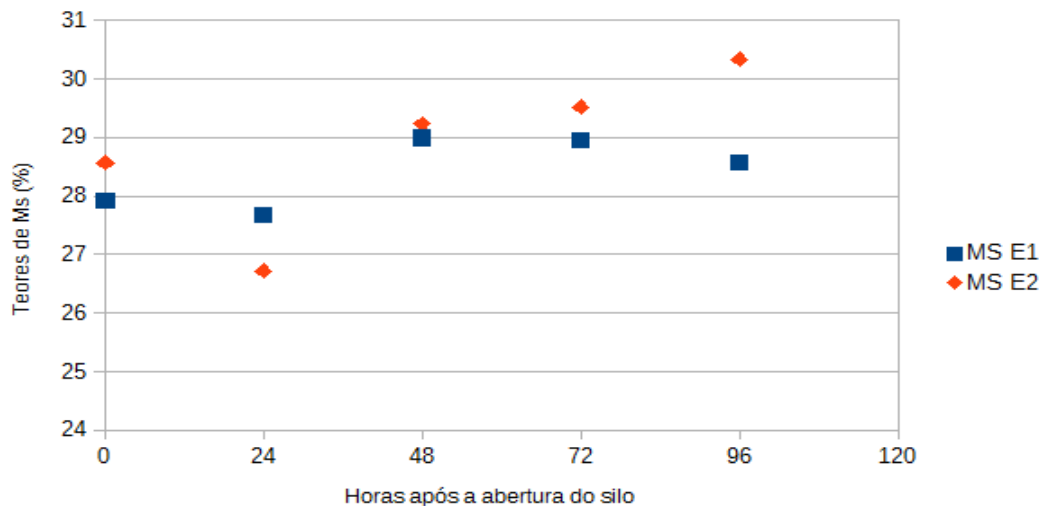
4.2 ANÁLISE BROMATOLÓGICA DA SILAGEM DE ALFAFA

O teor de MS sofreu oscilações nos períodos após abertura dos silos. A alfafa colhida no estágio 1 apresentou valor médio de 28,42%, no estágio 2 a silagem apresentou a média mais elevada de MS, de 28,87%, mas não diferiu estatisticamente entre os períodos após abertura (Figura 4).

Segundo Gonçalves, Borges e Ferreira (2009), o teor de MS das silagens possui grande importância sobre o consumo. Valores entre 30 a 35% de MS proporcionam uma ingestão

maior pelos bovinos, então, os valores da MS de silagem resultantes deste trabalho ficaram um pouco abaixo do valor ideal.

Figura 4: Teores de Matéria Seca (MS) em silagens de alfafa elaboradas em 2 estádios fenológicos, submetidas a 5 períodos de exposição aeróbica.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O teor de MS do presente trabalho está acima ao que foi encontrado por Rodrigues et al. (2004) ao avaliar silagem de alfafa cortada com 35 dias de crescimento, quando possuía 10% dos perfilhos laterais floridos, cujo teor de MS foi de 14,64%. Já Magalhães; Rodrigues, (2004), ao estudarem a análise bromatológica de silagem de alfafa, pré-secada por 4 horas, cujo estágio apresentava-se no meio do florescimento, e após 40 dias de fermentação detectaram MS de 51,29%, teor bem elevado se comparado com o presente trabalho.

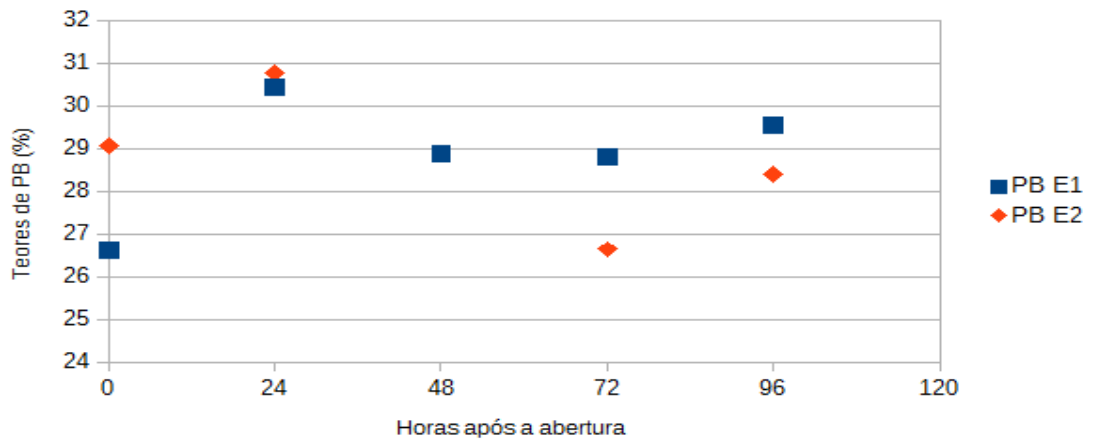
Desta forma percebe-se que há grande variação no teor de MS, conforme o estágio em que esta for colhida, ou a outros fatores. Segundo Teodoro (2007), devido às diferentes doses de adubação nitrogenada a que estas podem ter sido submetidas, geram diferenças anatômicas e histológicas nas plantas, em função de diferentes taxas de perda de água e/ou de acúmulo de matéria seca devido a maior participação de talos em época ou situação de maior crescimento.

Conforme Pedroso (1998), a perda de carboidratos solúveis afeta diretamente o valor nutritivo da silagem já que, a perda de açúcares reduz o teor de energia da forragem e aumenta a concentração dos constituintes fibrosos.

Os teores de Matéria Mineral se referem à parte não orgânica da silagem. Obteve-se valores médios de 9,90% no estágio 1 e 9,59% no estágio 2. Não houve diferença estatística entre os períodos de exposição aeróbica ($p > 0,05$).

No presente estudo obteve-se o teor de proteína médio de 28,85% no estádio 1 e 28,75% no estádio 2, não havendo diferença significativa ($p>0,05$) entre os teores de PB e os períodos de exposição aeróbica (Figura 5).

Figura 5: Teores de PB da silagem de alfafa, em % da MS, elaborada em 2 estádios fenológicos e submetida a 5 períodos de exposição aeróbica.

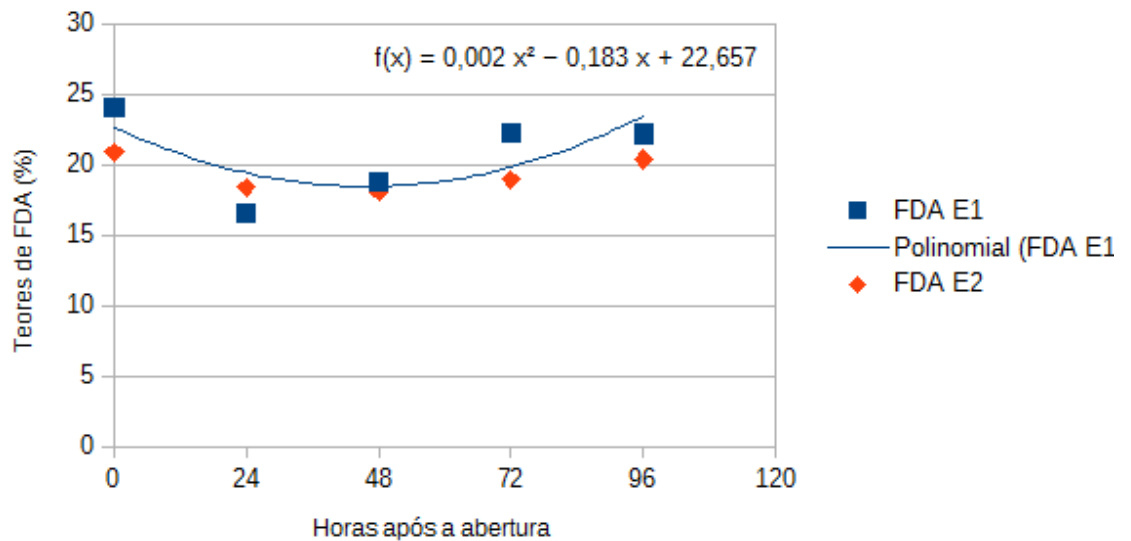


Fonte: Elaborado pelo autor.

Magalhães; Rodrigues, (2004), ao estudarem a análise bromatológica de silagem de alfafa após 40 dias de fermentação encontraram a PB de 16,38%. Costa et al. (2006) em um estudo realizado em Botucatu, SP, avaliaram a alfafa verde, cortada em época de florescimento, sem passar pela ensilagem. Encontraram teor médio de PB da cultivar Crioula de 19,96 %. Porém, pode-se encontrar teores diferentes em virtude do ciclo de desenvolvimento e às condições ambientais diversas, em que as cultivares com menor teor de PB possuem taxas de crescimento mais rápidas (OLIVEIRA et al.,1988). Já Rodrigues et al.(2004) , encontrou o valor de PB de 21,86%. Portanto, todos os autores anteriormente citados encontraram valor de PB abaixo aos encontrados no presente estudo.

Referente à FDA, a equação quadrática foi significativa para os períodos de exposição aeróbica dos silos e o teor de FDA em silagens elaboradas no estádio 1. Para as silagens do estádio 2, a equação quadrática não foi significativa, apresentando o valor médio de 19,33% de FDA, conforme observado (Figura 6).

Figura 6: Teores de FDA da silagem de alfafa, em % da MS, elaborada em 2 estádios fenológicos e submetida a 5 períodos de exposição aeróbica.



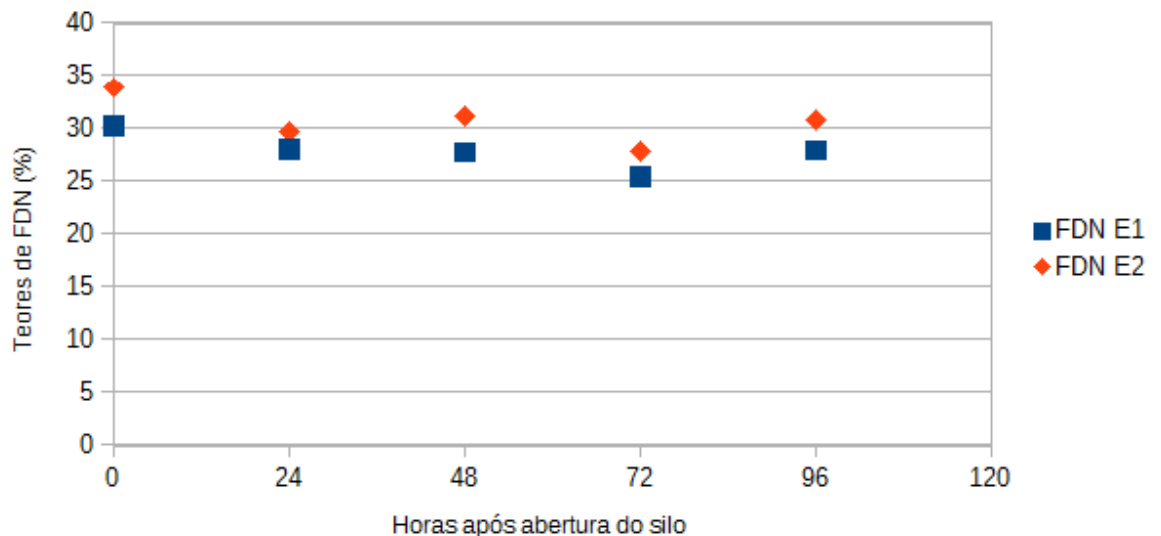
Fonte: Elaborado pelo autor.

Magalhães; Rodrigues, (2004), constataram o teor de FDA de 39,76 % da MS. Costa et al. (2006) em um estudo realizado em Botucatu, SP, avaliaram a alfafa verde, cortada em época de florescimento, sem passar pela ensilagem, onde esta apresentou valor de FDA 32,30 % .

Quanto aos teores de FDN, obteve-se valores médios de 27,90% para as silagens elaboradas no estádio 1 e 30,69% para as do estádio 2 (Figura 7). Não houve diferença significativa entre as horas de exposição aeróbica ($P > 0,05$)

Magalhães; Rodrigues, (2004), em seu estudo encontraram o valor de FDN de 41,85 % . Portanto, o teor encontrado neste trabalho é ótimo para bovinos leiteiros.

Figura 7: Teores de FDN da silagem de alfafa, em % da MS, elaborada em 2 estádios fenológicos e submetida a 5 períodos de exposição aeróbica.

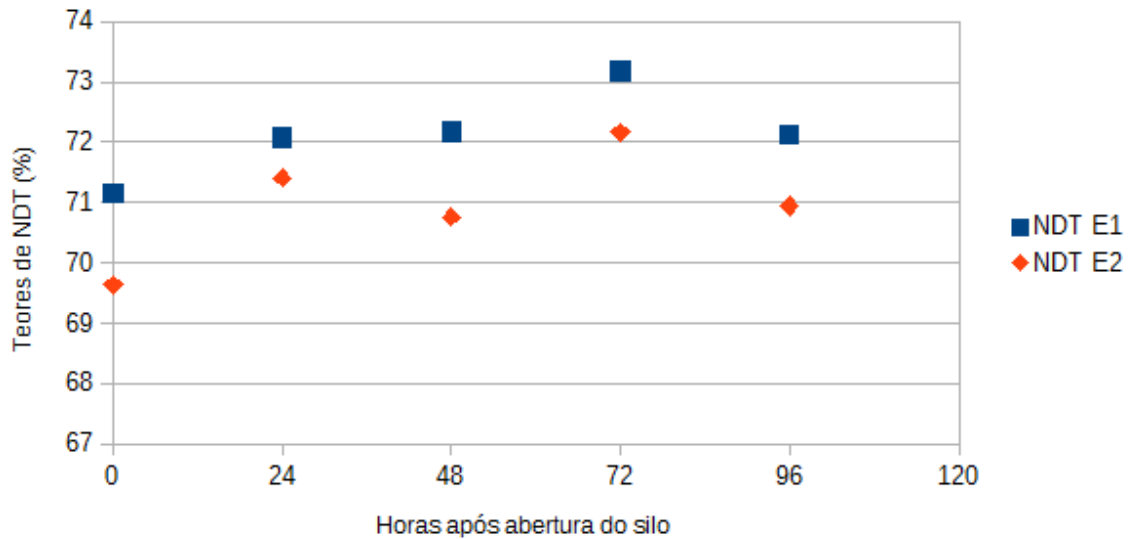


Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto aos teores de NDT, encontrou-se os valores médios de 72,14% para o estádio 1 e 70,92% para o estádio 2 (Figura 8). Não houve diferença significativa para os períodos de exposição aeróbica analisados ($P > 0,05$).

Magalhães; Rodrigues, (2004), em seu estudo encontraram o valor de FDN de 41,85%. Comparando com outros volumosos, como a silagem milho e o feno de Tifton 85, estes apresentam valor de NDT de 59,31 e 77,14%, respectivamente, conforme Magalhães (2007). Portanto, a silagem de milho, volumoso conservado mais utilizado para as vacas leiteiras na região das Missões, não apresenta o teor de NDT tão alto quanto ao encontrado na silagem de alfafa

Figura 8: Teores de NDT da silagem de alfafa, em % da MS, elaborada em dois estádios fenológicos e submetida a cinco períodos de exposição aeróbica.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao comparar a análise bromatológica entre os estádios de elaboração, E1 e E2, apenas a MM e a FDN diferiram estatisticamente entre si ($p < 0,05$) (Tabela 1). O teor de MM foi maior no estádio 1, já a FDN foi maior no estádio 2, podendo a fibra ser explicada pelo aumento de fibras na planta, conforme avança a idade da planta.

Tabela 1: Valores da composição bromatológica da silagem de alfafa, em % da MS, elaborada em dois estádios fenológicos

Variável	Estatística	Estádio		P	CV %
		E1	E2		
MS %	Média	28,43 a	28,87 a	0,26	4,33
MM %	Média	9,91 b	9,59 a	0,01	3,97
PB %	Média	29,45 a	28,75 a	0,25	6,63
FDN %	Média	27,9 b	30,7 a	0,04	14,63
FDA %	Média	20,75 a	19,33 a	0,17	16,19
NDT %	Média	70,98 b	72,15 a	0,04	2,50

* Médias não seguidas por mesma letra nas linhas diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3 PERDAS DE NUTRIENTES E MATÉRIA SECA APÓS ABERTURA DOS SILOS

Estimou-se o rendimento (kg/ha) da silagem de alfafa, não havendo diferença significativa conforme o período de exposição aeróbica. Segundo a tabela 2, a produção média geral de silagem para o estádio 1 é de 1136,85 kg/ha, e 1186,95 kg/ha no estádio 2.

Tabela 2: Estimativa média do rendimento da silagem de alfafa, em kg/ha.

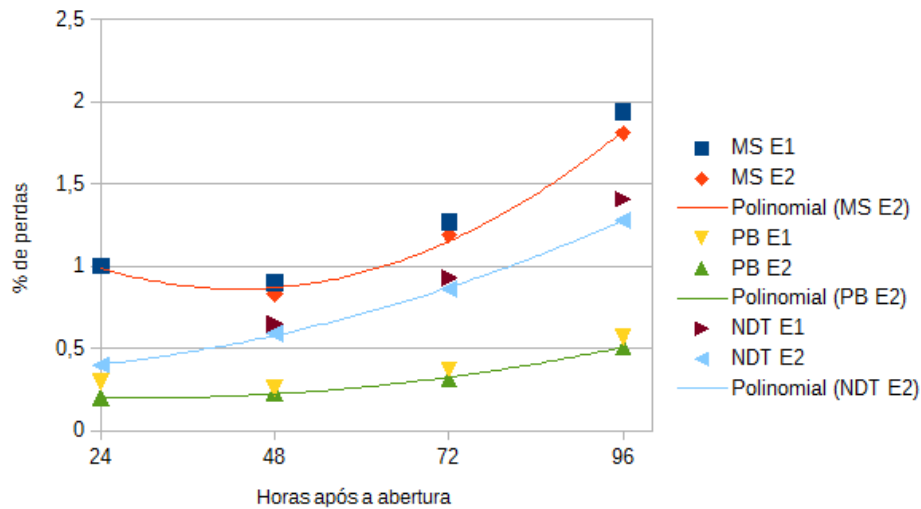
Estádio	Horas após abertura do silo					Média geral	CV (%)	P	R ²
	0	24	48	72	96				
E1	1157,03	1151	1140,75	1126	1104,5	1136,85	15,59	0,6	0,97
E2	1190,25	1183,25	1173,25	1159,5	1138,5	1168,95	18,18	0,7	0,99

Fonte: Elaborado pelo autor.

As perdas de MS somaram 5,02 % no estádio 1 e 4,32% no estádio 2. As perdas de PB totalizaram 1,48% no estádio E1, e 1,22% no E2. As perdas de NDT totalizaram 1,41 % no estádio 1 e 1,28% no estádio 2.

Houve diferença significativa nos percentuais de perda de PB, MS e NDT em relação aos períodos de exposição aeróbica. A equação polinomial que representa as perdas de MS é: $y=0,0003x^2-0,0295x+1,4975$. A equação polinomial que descreve as perdas de PB é $y=0,0001x^2+0,0001x+0,3425$. A equação que descreve as perdas de NDT é $y=0,0001x^2-0,0041x+0,2600$.

Figura 9: Percentual de perdas de MS, PB, NDT em silagem de alfafa elaborada em dois estádios e submetida à exposição aeróbica.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os percentuais de perdas ocorridas em cada estágio não diferiram significativamente ($p > 0,05$) ao avaliar a MS e NDT. Em PB, a diferença entre os dois estádios foi significativa a 5%, sendo descrito pela equação linear $y = -0,007x + 0,44$.

A presença de oxigênio no silo desencadeou a proliferação de microorganismos, observando-se a presença de fungos, estes se desenvolvem e consomem os nutrientes da silagem, diminuindo o seu valor nutritivo e também o consumo pelos animais (BERNARDES, 2006)

5 CONCLUSÕES

Considerando o aumento da temperatura dos silos, a estabilidade aeróbica foi rompida em 24 horas de exposição aeróbica da silagem de alfafa. Referente ao PH, houve diferenças significativas entre os períodos de exposição aeróbica apenas na silagem elaborada no estádio 2, entre os estádios não houve diferença significativa.

Não houve diferença significativa na qualidade nutricional da silagem de alfafa elaborada no estádio 1 e 2. No decorrer das horas de exposição aeróbica, houve deterioração do material ensilado, podendo ser observado visualmente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andriguetto, J.M. et al. *Nutrição Animal: As bases e os fundamentos da nutrição animal - os alimentos*, 1, São Paulo:Nobel, 395 p.257-268, 1982.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the AOAC International**. 16th ed. Arlington, 1995.
- BERNARDES, T. F. Controle da deterioração aeróbia de silagens. **Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho**, 2006.
- BERNARDES, T. F. et al. Estabilidade aeróbia da ração total e de silagens de capim-marandu tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 754-762, 2007.
- BARBER, W. P. B et al. **New methods of feed evaluation**. In: HARESIGN, W.; COLE, D.J.A. (Eds.) *Recent advances in animal nutrition*. London: Butterworths, 1984. p. 161-176.
- CAPPELLE, E. R. et al. Estimativas do valor energético partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p.1837-1856, 2001.
- COSTA, C. et al. Produção de matéria seca e composição bromatológica de vinte e oito cultivares de alfafa (*Medicago sativa* L.) em Botucatu-SP. In: **Embrapa Amapá-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. Veterinária e Zootecnia, v. 12, n. 1/2, p. 42-51, 2006.
- COSTA, et al. Validação das equações do NRC (2001) para predição do valor energético de alimentos nas condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 280-287, 2005.
- DA SILVA, M. S. J. et al. Uso de aditivos e tempo de abertura dos silos em silagens de estilosantes campo grande. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, n. 2, 2014.
- DE OLIVEIRA COUTINHO, J. et al. Efeito de aditivo em silagens de leguminosas forrageiras. **Ciência et Praxis**, v. 8, n. 15, p. 53-57, 2017.
- FERREIRA, R.P. et al. Potencial forrageiro da alfafa para alimentação de vacas de leite nos trópicos. **PECUÁRIA**, p. 213, 2016.
- DE RESENDE, F. D. et al. Terminação de bovinos de corte com ênfase na utilização de volumosos conservados. 2005.
- DE OLIVEIRA, H. T. V. A fibra em detergente neutro (fdn) como indicador da qualidade e do consumo de dietas. **Políticas e Saúde Coletiva**, v. 2, n. 4, 2017.
- DIAS, J. D. L.; DANÉS, M. A. C. 2018. Fibra efetiva para vacas leiteiras: aspectos práticos - Parte I. **Milkpoint**. Acesso em 03-04-19. Disponível em: “<https://www.milkpoint.com.br/colunas/marina-danes/fibra-efetiva-para-vacas-leiteiras-aspectos-praticos-parte-i-102620n.aspx> “.

ESPÍNDOLA, J.A. de A. et al. Estratégias para utilização de leguminosas para adubação verde em unidades de produção agroecológica. **Embrapa Agrobiologia-Documentos (INFOTECA-E)**, 2004.

FERREIRA, R. de P. et al.,2016. **Potencial forrageiro da alfafa para alimentação de vacas de leite nos trópicos**. Disponível em: “<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/156227/1/Potencial-forrageiro-da-alfafa-pg213-237-2016-.pdf>”.

FREIXIAL, Ricardo; ALPENDRE, Pedro. Conservação de Forragens-Ensilagem. 2013.

GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. **Forage fiber analyses (Apparatus, reagents, procedures, and some applications)**. Agriculture Handbook 379. United States Department of Agriculture. 20 p. 1975.

GONÇALVES, L. C; BORGES, I.; FERREIRA, P. D. S. **Alimentação de gado de leite**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009, 412 p.

IBGE. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9209-pesquisa-trimestral-do-leite.html?edicao=23954&t=destaques>> ; “<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>” Acesso em 29/03/2019.

JOBIM, C. C. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 101-119, 2007.

MAGALHÃES, K. A. **Tabelas Brasileiras de composição de alimentos, determinação e estimativa do valor energético de alimentos para bovinos**. Viçosa, MG: UFV, 2007.

MAGALHÃES, V. J. de A.; RODRIGUES, P. H. M. Avaliação de inoculante microbiano na composição bromatológica, fermentação e estabilidade aeróbia da silagem pré-seca de alfafa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2004.

MARI, L. J.; NUSSIO, L. G. O porquê da utilização tímida da silagem de leguminosas. **Milkpoint**. Disponível em: “<https://www.milkpoint.com.br/artigos/producao/o-porque-da-utilizacao-timida-da-silagem-de-leguminosas-22370n.aspx>”, 2005.

MARTINEZ, J. C. **Guia rápido para nutrição de vacas leiteiras, 2010**. Disponível em : “<https://www.milkpoint.com.br/artigos/producao/guia-rapido-para-nutricao-de-vacas-leiteiras-60707n.aspx>”.

MATOS, L.L. de. Utilização de Fibra pelos Ruminantes. In: MINI - SIMPÓSIO DO COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2, Campinas. Anais... CBNA, Campinas, 91p, 1989.

MITTELMANN, A., LÉDO, F. J. S. Tecnologias para a produção de alfafa no Rio Grande do Sul / Editado por Andréa Mittelmann, Francisco José da Silva Lédo. — Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Juiz de Fora:Embrapa Gado de Leite, 2008.

MONTEIRO, A. L. G. et al.. Produção e distribuição de matéria seca e composição bromatológica de cultivares de alfafa (*Medicago sativa* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia= Brazilian Journal of Animal Science**, p. 868-874, 1998.

MOREIRA, A. et al. Fertilidade do solo e estado nutricional da alfafa cultivada nos trópicos. **Embrapa Pecuária Sudeste-Documentos (INFOTECA-E)**, 2007.

MOREIRA, A. et al. Avaliação de cultivares de alfafa na região de Lavras, Minas Gerais. Área de Informação da Sede-Artigo em periódico indexado (ALICE), 1996.

MUCK, R. E.; PITT, R. E.; LEIBENSPERGER, R. Y. A model of aerobic fungal growth in silage. Microbial characteristics. **Grass Forage Science**, v. 46, n. 3, p. 283-290, 1991.

NETO, G. B. et al. Perdas fermentativas, composição química, estabilidade aeróbia e digestibilidade aparente de silagem de cana-de-açúcar com aditivos químico e microbiano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 6, p. 621-630, 2010.

O'KIELY, P.O. et al. Aerobic stability of grass silage mixed with a range of concentrate feedstuffs at feed-out. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19, 2001. São Pedro-SP. Proceedings. Piracicaba-FEALQ, p.794-795, 2001.

OLIVEIRA, P.D. et al. Seleção para rendimento e qualidade de forragem de alfafa crioula. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.19, n.9, p.1039-1044, 1988.

PAHLOW, G. et al. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; HARRISON, J.H. (Ed.). **Silage science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, p.31-93, 2003.

PEDROSO, A. de F. Silagem-princípios básicos-produção-manejo. In: **Embrapa Pecuária Sudeste-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: CRUZ, GM da; MONTEIRO NOVO, AL Curso: produção e manejo de silagem. Resumo... São Carlos: EMBRAPA-CPPSE, 1998. p. 11-40., 1998.

PEREIRA, S. N.. **Qualidade bromatológica, fermentação e estabilidade aeróbica em silos de milho abertos com diferentes tempos de estocagem**. Santa Maria, 2019.

RASSINI, J.B. et al. Cultivo e estabelecimento da alfafa. Embrapa Pecuária Sudeste-Capítulo em livro científico (ALICE), 2008.

RANGRAB, L. H. et al.. **Silagem de alfafa colhida no início do florescimento e submetida ao emurchecimento e à ação de aditivos biológicos**. Revista brasileira de zootecnia= Brazilian journal of animal science, Viçosa. Vol. 29, n. 2 (mar./abr. 2000), p. 349-356, 2000.

REBELATO, R. C. et al. **Efeito da nova técnica de coinoculação na cultura da alfafa (*Medicago sativa*), com *Rhizobium* e *Azospirillum***. 2014.

ROGRIGUES, A. de A. et al. Utilização da alfafa em pastejo para alimentação de vacas leiteiras. **Embrapa Pecuária Sudeste**, Capítulo em livro científico (ALICE), 2009.

RODRIGUES, P. H. M. et al. Efeitos da adição de inoculantes microbianos sobre o perfil

fermentativo da silagem de alfafa adicionada de polpa cítrica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1646-1653, 2004.

SÁ NETO, A. et al. Silagem de milho ou de cana-de-açúcar com *Lactobacillus buchneri* exclusivamente ou em associação com *L. plantarum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 5, p. 528-535, 2013.

SALMAN, A. K. D. et al. Metodologias para avaliação de alimentos para ruminantes domésticos. **Embrapa**, 2010. Disponível em: “<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/884369/1/doc136alimentacaoderuminantes.pdf>”

SANTOS, M. V. F. et al. **Fatores que afetam o valor nutritivo da silagens de forrageiras tropicais**. *Archivos de Zootecnia*, v. 59, p. 25-43, 2010.

SANTOS, M. C.; KUNG Jr, L. *Short communication*: The effects of dry matter and length of storage on the composition and nutritive value of alfalfa silage. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 7, p. 5466-5469, 2016.

SCHMIDT, P. et al. Uso estratégico de aditivos em silagens: Quando e como usar. **Simpósio: Produção e Utilização de Forragens Conservadas, Maringá. Anais Maringá: Nova Sthampa**, p. 243-264, 2014

SIQUEIRA, G. R. **Aditivos na silagem de cana-de-açúcar “in natura” ou queimada**. 2009.

SOARES et al., A. B. 2013. **Produção de proteína bruta em alfafa submetida a níveis de adubação potássica**. XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Disponível em: “<https://eventosolos.org.br/cbcs2013/anais/arquivos/2680.pdf>”.

SOUZA, A. A. de, et al. Processos de armazenamento e conservação de forragens. In: **Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SEMANA ITINERANTE PROJETO LAGO DE SOBRADINHO, 1., 2014, Petrolina. Palestras... Petrolina: Embrapa Semiárido, 2014.

TEODORO, M.S.R. **Faculdades Integradas de Mineiros**. Produção e teor de matéria seca das Braquiárias Brizanta (*Brachiaria brizantha* cv. *Marandú*) e Mulato (*Brachiaria híbrida* cv. *Mulato*) nas condições edafoclimáticas do sudoeste goiano, 2007.

VAN SOEST, P. J. et al. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharide in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VILELA, D. et al. Prioridades de pesquisa e futuro da alfafa no Brasil. **Embrapa Pecuária Sudeste**, Capítulo em livro científico (ALICE), 2008.

VINHOLIS, M. de et al. Análise econômica da utilização de alfafa em sistemas de produção de leite. **Embrapa Pecuária Sudeste-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2008.

WESCINSKI, J. ; ZANIN, A. Custos da produção leiteira: uma análise comparativa de duas propriedades rurais. **Revista Cadernos de Economia**, v. 21, n. 38, p. 3-23, 2019.

APÊNDICE

Tabela 1: PH e temperatura dos silos de silagem de alfafa após 5 períodos de exposição aeróbica. Cerro Largo, RS, 2019.

Variável	Estádio	Horas de exposição aeróbica					CV (%)	Equações	R ²	P
		0	24	48	72	96				
PH	E1	5,32	5,50	5,57	5,62	6,35	8,43	NS	0,89	0,24
PH	E2	5,55	5,65	5,60	5,82	6,72	6,49	$y=0,0002X^2-0,01X+5,63$	0,92	0,01
Temp (°C)	E1	25,00	27,23	27,97	27,91	29,92	3,18	NS	0,89	0,49
Temp (°C)	E2	25,00	26,89	28,61	31,50	36,06	4,90	$y=0,0008X^2+0,03X+25,19$	0,99	0,03

Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 2: Média dos teores de Matéria Seca % (MS) em silagens de alfafa elaboradas em 2 estádios fenológicos, submetidas a 5 períodos de exposição aeróbica. Cerro Largo, RS, 2019.

Variável	Estádio	Horas de exposição aeróbica					CV (%)	Equações	R ²	P
		0	24	48	72	96				
MS	1	27,92	27,68	29	28,96	28,58	2,2	NS	0,59	0,17
MS	2	28,57	26,72	29,23	29,52	30,34	3,71	NS	0,63	0,14

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 3: Valores médios da composição bromatológica da silagem de alfafa, em % da MS, elaborada em 2 estádios fenológicos e submetida a 5 períodos de exposição aeróbica. Cerro Largo, RS, 2019.

Variáveis	Estádio	Horas de exposição aeróbica					CV	Equação	R ²	P
		0	24	48	72	96				
MM	E1	9,79	9,59	9,77	10,05	10,34	3,9	NS	0,96	0,15
MM	E2	9,43	9,23	9,65	9,72	9,92	2,65	NS	0,81	0,35
PB	E1	29,62	30,43	28,87	28,8	29,55	4,65	NS	0,25	0,59
PB	E2	29,07	30,76	28,9	26,64	28,39	7,59	NS	0,34	0,94
FDA	E1	24,03	16,56	18,76	22,25	22,18	12,99	$Y=0,002x^2-0,18x+22,6$	0,51	0,006
FDA	E2	20,87	18,38	18,06	18,95	20,39	14,65	NS	0,95	0,1
FDN	E1	30,26	28,06	27,82	25,42	27,95	12,57	NS	0,77	0,28
FDN	E2	33,92	29,67	31,23	27,88	30,79	16,56	NS	0,65	0,33
NDT	E1	71,16	72,08	72,18	73,18	72,13	2,03	NS	0,77	0,28
NDT	E2	69,64	71,41	70,76	72,16	70,94	2,99	NS	0,64	0,33

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 4: Média de perdas de MS, PB e NDT, em %, da silagem de alfafa em períodos de exposição aeróbica. Cerro Largo, RS, 2019.

Variáveis	Estádio	Horas após abertura do silo				Soma	CV (%)	P	R ²
		24	48	72	96				
Perda de MS (%)	E1	0,91	0,9	1,27	1,94	5,02	35,29	0,029	0,94
	E2	0,51	0,83	1,19	1,81	4,34	16,65	0	0,99
Perda de PB (%)	E1	0,28	0,26	0,37	0,57	1,48	35,93	0,004	0,91
	E2	0,16	0,23	0,32	0,51	1,22	13,13	0	0,99
Perda de NDT (%)	E1	0,65	0,65	0,93	1,41	3,64	36,38	0,003	0,95
	E2	0,36	0,59	0,86	1,28	3,09	17,68	0	0,99

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 5: Perda de MS, PB e NDT em silagens de alfafa elaboradas em dois estádios fenológicos. Cerro Largo, RS, 2019.

Variáveis	Estádio		CV	Equações	R ²	P
	E1	E2				
Perda de MS%	1,25	1,08	28,9	NS	1	0,17
Perda de PB %	0,37	0,3	29,06	NS	1	0,07
Perda de NDT%	0,91	0,77	30,07	NS	1	0,14

Fonte: Elaborado pelo autor.