



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
INSTITUTO DA SAÚDE E PRODUÇÃO ANIMAL
CURSO DE ZOOTECNIA**

NATÉCIA CRISTINA DA SILVA

**EFEITO DA EXPOSIÇÃO AERÓBIA DA SILAGEM DE MILHO NA
PREFERÊNCIA ALIMENTAR POR OVINOS**

**BELÉM
2019**

NATÉCIA CRISTINA DA SILVA

**EFEITO DA EXPOSIÇÃO AERÓBIA DA SILAGEM DE MILHO NA
PREFERÊNCIA ALIMENTAR POR OVINOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à coordenação do curso de Zootecnia da UFRA como requisito básico para obtenção do título de bacharel em Zootecnia.

Área de atuação: Forragicultura

Orientador: Thiago Carvalho da Silva

Coorientador(a): Rosana Ingrid Ribeiro dos Santos

BELÉM
2019

Dados Internacionais de Catalogação na
Publicação (CIP) Bibliotecas da
Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Silva, Natécia Cristina da

Efeito da exposição aeróbia da silagem de milho na preferência alimentar por ovinos /
Natécia Cristina da Silva. – Belém, 2019.
34 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Zootecnia, Campus
universitário de Belém, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2019.
Orientador: Dr. Thiago Carvalho da Silva.

1. Milho - Exposição aeróbia 2. Milho - Teste de preferência 3. Milho - Deterioração aeróbia
4. Milho - Leveduras I. Silva, Thiago Carvalho da, *orient.* II. Título.

CDD - 338.17315

NATÉCIA CRISTINA DA SILVA

**EFEITO DA EXPOSIÇÃO AERÓBIA DA SILAGEM DE MILHO NA
PREFERÊNCIA ALIMENTAR POR OVINOS**

Trabalho de conclusão do curso apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia,
como parte das exigências do curso de Zootecnia para obtenção do título de Zootecnista.

Orientador: Prof. Thiago Carvalho da Silva.

Data da Aprovação 11/07/2019

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Thiago Carvalho da Silva – Orientador
Universidade Federal Rural da Amazônia

Prof. Aníbal Coutinho do Rêgo – Membro 1
Universidade Federal Rural da Amazônia

MSc. Antônio Marcos Quadros Cunha – Membro 2
Universidade Federal Do Pará

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me iluminar com amor e sabedoria nos momentos difíceis e pela fé que me fortalece na busca de meus objetivos.

A Universidade Federal Rural da Amazônia pela oportunidade de poder realizar minha graduação.

Ao meu orientador Professor Dr. Thiago Carvalho da Silva pela compreensão e paciência e por acreditar no meu potencial, sempre me contagiando com sua motivação.

À professora Laís e minha co-orientadora Rosana por toda disponibilidade e auxílio.

Aos membros do Grupo de Estudo em Ruminantes e Forragicultura da Amazônia (GERFAM), especialmente aos membros Rita Mendonça, Juliana Pitirini, Hélio Aguiar, Larissa Oliveira, Amanda Queiroz, Andreza Amoras, Ana Damasceno, Wanderson e Lucas por serem pessoas dedicadas e prestativas.

Aos professores Cristian Faturi e Aníbal Coutinho por me nortear em alguns momentos durante a pesquisa.

Ao professor Cristian Faturi, pela compreensão e orientação durante toda minha graduação.

A meu pai, Manoel Silva, por ser meu maior incentivador e estar sempre disposto a me ajudar.

À minha mãe, por ser meu porto seguro e exemplo de vida. Sua força e coragem sempre me incentivam a não desistir.

Às minhas irmãs, Jessica Silva, Jeisemar Reis e Elizabete Guedes por estarem ao meu lado me dando apoio e carinho.

À minha grande amiga Caroline, por todo auxílio, dedicação, preocupação e paciência nos momentos difíceis. Sem você eu não teria conseguido concluir esse trabalho.

MUITO OBRIGADA.

. RESUMO

Objetivou-se com o presente trabalho determinar o efeito da exposição aeróbia (0; 2; 4 e 6 dias) e sua influência na preferência alimentar de ovinos. Foi realizado um experimento sobre a escolha e ingestão em curto prazo de silagem de milho e cana-de-açúcar com 5 ovelhas. Trata-se de um estudo experimental, de abordagem quanti-qualitativa com cinco tratamentos correspondentes aos alimentos ofertados no ensaio de preferência. Durante a fase de coleta de dados às silagens expostas aerobiamente (0, 2, 4 ou 6 dias pós-abertura) e a cana-de-açúcar foram oferecidas a cada animal em livre escolha em cada possível combinação bidirecional, totalizando 10 combinações. Houve uma redução no consumo de MS com as silagens após 4 dias de exposição aeróbia. Depois de 6 dias de exposição, a redução média no consumo foi de 75%. A preferência de ingestão de MS foi negativamente correlacionada com o aumento do pH, mostrando ação de determinados microrganismos indesejáveis durante a deterioração da silagem, fator que interfere na palatabilidade da silagem, diminuindo a aceitabilidade pelo animal. Desse modo, conclui-se que a preferência da silagem pelo animal está condicionada ao tempo de exposição, pois quanto mais exposta a silagem, mais suscetível esta fica a ação de fatores incontrolláveis, o que pode gerar um consumo de nutrientes inadequado.

Palavras-chave: consumo instantâneo, deterioração aeróbia, leveduras, teste de preferência

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the effect of aerobic exposure (0, 2, 4 and 6 days) and its influence on the feeding preference of sheep. An experiment was carried out on the choice and short-term intake of 5 ewe corn and sugarcane silage. This is an experimental study with a quantitative and qualitative approach with five treatments corresponding to the foods offered in the preference trial. During the data collection phase the aerobically exposed silages (0, 2, 4 or 6 days after opening) and sugarcane were offered to each animal in free choice in each possible bidirectional combination, totaling 10 combinations. There was a reduction in DM intake with silages after 4 days of aerobic exposure. After 6 days of exposure, the average reduction in consumption was 75%. The preference of DM intake was negatively correlated with the pH increase, showing action of certain undesirable microorganisms during silage deterioration, a factor that interferes with silage palatability, decreasing the acceptability by the animal. Thus, it is concluded that the preference of silage by the animal is conditioned to the exposure time, because the more exposed to silage, the more susceptible it is to the action of uncontrollable factors, which can generate an inadequate nutrient consumption.

Key words: aerobic deterioration, instant consumption, preference test, yeast

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EE - Extrato etéreo
FEIGA - Fazenda Escola de Igarapé-Açu
FDN - Fibra em detergente neutro
H - Horas
Kg - Quilograma
MM - Matéria mineral
MN - Matéria natural
Min – Minutos
MS - Matéria seca
PB - Proteína bruta
UFC - Unidades formadoras de colônia
HTMAX - Horas necessário para alcançar a temperatura máxima
TMAX - Temperatura máxima
EA- Estabilidade aeróbia
TA- Temperatura ambiente
TMDS- Temperatura média da silagem
DMI- Ingestão de MS
CMS- Consumo de matéria seca
CMN- Consumo de matéria natural

Sumário

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	11
2.1. Objetivo Geral	11
2.2. Objetivos específicos.....	11
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1 Deterioração aeróbia de silagem de milho	12
3.2. Parâmetros indicadores de deterioração aeróbia em silagens	13
3.3. Influência da temperatura ambiente na deterioração aeróbia.....	14
3.4. Consumo animal e Características organolépticas de silagens	15
4. MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1 Avaliação microbiológica das silagens.....	18
4.2 Avaliação do pH.....	18
4.4 Avaliação da composição química das silagens	18
4.3 Avaliações sensoriais	19
4.5 Análise estatística.....	20
5. RESULTADOS	21
5.1 Composição química e microbiológica	21
5.2 Avaliações sensoriais	21
5.3 Temperatura	22
5.6 DISCUSSÃO	238
6. CONCLUSÃO	30
7. REFERÊNCIAS	31

1. INTRODUÇÃO

A ensilagem é uma forma de preservação baseada na fermentação natural sob condições de anaerobiose, em que bactérias lácticas convertem carboidratos solúveis em ácido lático e outros ácidos orgânicos (ASHBELL et al., 2002). Quando exposto ao ar, o material ensilado entra no processo de deterioração, o que pode gerar impactos negativos à silagem.

A deterioração aeróbia da silagem de milho provoca diminuição no valor nutricional, ocasionado por proteólises e fermentação indesejada, na qual ocorre consumo dos açúcares solúveis (Silva., 2013). Também, o processo de deterioração causa perda de matéria seca, cerca de 15 a 20%, podendo alcançar 40% de perda (WOOLFOLD, 1990). Além disso, a qualidade higiênico-sanitária do material também é afetada, haja vista a presença do ácido lático aumenta o risco de proliferação de microrganismos oportunistas, como os patogênicos (TRES., 2014). Ademais, a deterioração contribui para a redução da aceitabilidade pelo animal, segundo MARTINS (1997) silagens com forte odor acético têm grandes chances de serem rejeitadas.

A quantidade de açúcares solúveis, temperatura ambiente e o oxigênio são os principais fatores que influenciam o processo de deterioração aeróbia (LIMA, 2015). A silagem de milho tende a ter uma deterioração mais avançada em comparação com silagem de capim por exemplo. Isso ocorre porque o milho possui muitos açúcares disponíveis para fermentação, resultando no final do processo fermentativo em uma silagem com bastante ácidos como o ácido lático. Sendo bastante susceptível a deterioração através de leveduras que consomem esses ácidos (WOOLFORD, 1990).

Elevadas temperaturas ambientes propiciam um ambiente adequada para o desenvolvimento microbiano, podendo duplicar a contagem de microrganismos a cada elevação de 10°C (HOMES et al., 2007). O início da deterioração aeróbia começa quando a silagem fica exposta ao ar. Após abertura do silo a exposição é inevitável. No entanto, esse processo pode iniciar mais cedo devido a danos na lona de vedação (DRIEHUIS; ELFERINK, 2000).

O processo deterioração pode ser mensurado por meio da contagem de leveduras, pois está degrada o ácido lático, aumentando o pH do meio, permitindo o crescimento de microrganismos (WOOLFOLD, 1990; GIOMBELLI, 2018) A análise sensorial também é importante para verificar se há algum grau de deterioração, pois as alterações no odor e textura indicam o estado de conservação da silagem. (GUERRA, 2013)

O fornecimento de silagens deterioradas para os animais contribui para uma baixa ingestão de nutrientes e calorias, o que pode causar perdas na produção e lucratividade. (TRES et al, 2014). A presença de Bacilos anaeróbios na silagem, por exemplo, é capaz de aumentar a deterioração aeróbia em estádios mais avançados, além de serem menos eficientes na produção de ácido lático e acético do que as bactérias ácido lácticas (OUDE ELFERINK et al., 2002; PEREIRA et al., 2014), e estragar o leite, no caso de *Bacillus cereus* (PAHLOW et al., 2003; PEREIRA et al., 2014).

A deterioração na presença de oxigênio é um problema significativo que afeta a qualidade e a lucratividade da alimentação (TABACCO et al., 2011; GERLACH et al., 2013). Além da perda econômica, o fornecimento de silagem estragada para ruminantes deprime a ingestão de nutrientes e reduz a produção (HOFFMAN E OCKER, 1997; WHITLOCK et al., 2000; KUNG., 2010).

A deterioração aeróbia exerce uma influência sobre o consumo e a preferência animal, com redução do consumo de matéria seca após quatro dias de exposição mostrado por caprinos em situações de escolha (GERLACH et al., 2013).

Recentes estudos indicaram quais substâncias e propriedades das silagens eram responsáveis pela alimentação e em que ponto da deterioração aeróbia iniciou o declínio da ingestão de matéria seca, porém, os trabalhos foram desenvolvidos em regiões de clima temperado.

Com isso, objetivou-se determinar os efeitos da exposição aeróbia (0; 2; 4 e 6 dias), em regiões tropicais, sobre as características químicas e sensoriais da silagem de milho e sua influência na preferência alimentar de ovinos.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Determinar o efeito da exposição aeróbia (0; 2; 4 e 6 dias) sobre as características químicas e sensoriais da silagem de milho e sua influência na preferência alimentar de ovinos.

2.2. Objetivos específicos

- Avaliar o efeito da temperatura, em regiões de clima tropical, sobre a estabilidade aeróbia da silagem de milho.
- Avaliar o efeito da exposição aeróbia sobre as características sensoriais da silagem de milho
- Avaliar a influência da exposição aeróbia sobre o consumo de silagem de milho a curto prazo.
- Avaliar a relação da temperatura e pH com a preferência e o consumo de matéria seca da silagem de milho pelos animais.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Deterioração aeróbia de silagem de milho

Durante o processo de ensilagem existem quatro pontos críticos em que a massa pode entrar em contato com o ar: ainda no processo de armazenamento, na ocorrência de furos na lona; na permeabilidade da lona ao oxigênio; na vedação inadequada das laterais do silo e sobretudo durante a fase de utilização e fornecimento aos animais (BERNADES, 2005). Após o processo de ensilagem outro ponto crítico é o transporte nas atividades de compra e venda.

Nestas condições, ocorre o rápido crescimento de microrganismos oportunistas presentes na massa (leveduras, fungos e bactérias aeróbias), que se desenvolvem devido as substâncias energéticas contidas nas plantas, resultando no consumo desses nutrientes, ocasionando perdas no valor nutritivo da silagem e redução do consumo pelos animais (LINDGREN et al., 1985; BERNADES et al., 2006).

Como resultado da deterioração, a composição da microflora da silagem sofre modificações. Espécies termofílicas começam a substituir espécies mesofílicas quando a temperatura da silagem atinge 45 ° C ou mais, e espécies capazes de degradar polissacarídeos como celulose, hemicelulose e amido substituirão espécies sem essa capacidade após redução dos substratos mais simples, como açúcares e ácidos. A contínua modificação de espécies é frequentemente refletida no perfil de temperatura da silagem deteriorada mostrando dois ou mais picos (WOOLFORD et al., 1978, 1979). Levando a uma reduzida recuperação de matéria seca do silo, decréscimo no valor nutricional da silagem (MUCK e PITT, 1993; PEREIRA et al., 2014) e perigo de contaminação por microrganismos patogênicos e produção de micotoxinas (HONIG., 1991; SILVA., 2013). Tendo como principais fatores que influenciam o crescimento microbiano durante a deterioração aeróbia as concentrações de O₂, temperatura, atividade de água, concentração de ácidos orgânicos (PEREIRA et al., 2014) e pH (PITT & MUCK, 1993; WILLIAMS et al., 1995; PAHLOW., 2003) E outros como a taxa de retirada diária do painel (BORREANI; TABACCO, 2012; SILVA., 2013)

Segundo Kung (2008) a deterioração aeróbia segue um efeito “dominó” que causa reações interligadas iniciada pela exposição ao ar e termina com a silagem totalmente deteriorada (PEREIRA et al., 2014). As leveduras são principais agentes no início da deterioração aeróbia em silagens (WOOLFORD, 1990; PAHLOW et al., 2003), juntamente com outras bactérias ácido acéticas (SPOELSTRA et al., 1988; BERNADES., 2006). As

leveduras envolvidas com a deterioração aeróbia podem ser classificadas em dois grupos: as espécies que utilizam ácidos orgânicos (*Cândida*, *Endomycopsis*, *Hansenula* e *Pichia*) e as que consomem açúcares, temos como exemplo ao gênero *Torulopsis* (JONSSON & PAHLOW, 1984; BERNADES., 2006).

Em trabalhos realizados por SPOELSTRA et al. (1988), foi possível observar que o desenvolvimento microbiológico da silagem de milho integral exposta ao ar, indicaram que as bactérias do ácido acético podem iniciar a deterioração aeróbia nessa cultura (PAHLOW., 2003). Sendo as bactérias ácido acéticas obrigatoriamente bactérias aeróbias, tolerantes ao ácido, capazes de oxidar o etanol em ácido acético (PALOW., 2003).

Assim como as leveduras, os fungos filamentosos também estão envolvidos no processo de deterioração aeróbia. Com bom desenvolvimento em temperatura variando de 10 a 40°C, porém com desenvolvimento superior em temperatura de 25 a 35°C (SILVA., 2013). Com ótimo desenvolvimento em uma faixa de pH acima de 5, os fungos filamentosos têm um desenvolvimento mais tardio que as leveduras (McDONALD; HENDERSOM; HERON, 1991; SILVA., 2013).

Os principais gêneros produtores de micotoxinas dos alimentos para humanos e animais encontrados são: *Fusarium* (brancos/róseos), *Aspergillus* (amarelo/verde) e *Penicillium* (azul/verde) (BERNADES., 2006). Apesar do papel coadjuvante, a deterioração aeróbia causada por fungos determina perdas de elementos nutricionais e de energia, além do risco de contaminação por micotoxinas (LINDGREN et al., 2002; BERNADES., 2006).

3.2. Parâmetros indicadores de deterioração aeróbia em silagens

O monitoramento da temperatura da silagem é um parâmetro adequado para medir a estabilidade. Devido a ação de microrganismos que utilizam substratos e produzem CO_2 e calor, ocorrendo aumento da temperatura da massa ensilada frente à temperatura ambiente (SILVA., 2013)

A estabilidade da silagem em exposição ao ar é um fator muito importante na determinação da qualidade e no seu valor nutritivo (ASHBELL et al., 2002). Os principais fatores que influenciam a estabilidade aeróbia são ar, oferta de substratos e temperatura (ASHBELL et al., 2002).

A estabilidade aeróbia é definida como o número de horas que a silagem é exposta ao ar antes de um aumento de 2 °C na temperatura acima da temperatura ambiente (BORREANE & TABACCO., 2010). O principal problema deste método é que a

temperatura ambiente nem sempre é uma referência adequada, especialmente em ambientes temperados, onde é sujeito a flutuações sazonais e diárias (BORREANE & TABACCO., 2010).

Outro parâmetro que indica a deterioração aeróbia é a mensuração do pH. A elevação do pH ocorre basicamente por ações de leveduras, à medida que acontece o processo de oxidação dos produtos da fermentação da silagem (PAHLOW., 2003; GERVÁSIO., 2017).

O aumento do pH é desencadeado através da ação de leveduras que criam um ambiente propício permitindo que bactérias (por exemplo, bacilos) e fungos (*Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*) cresçam e reduzam ainda mais a qualidade da silagem (McDONALD; HENDERSON; HERON, 199 ; TABACCO et al., 2009; GERVÁSIO., 2017). Segundo Borreani e Tabacco (2010) a elevação do pH tem forte correlação positiva com a contagem de leveduras e mofos.

3.3. Influência da temperatura ambiente na deterioração aeróbia

A produção de silagem de alta qualidade depende de fatores controláveis e incontroláveis. Um dos fatores incontroláveis é o clima (BERNADES et al., 2017). Esse fator está relacionado com a especificidade de cada região.

A silagem de milho produzida em regiões quentes ou tropicais são mais susceptíveis a deterioração em comparação as silagens produzidas em climas frios ou temperados (BERNADES et al., 2017). Isso ocorre porque temperaturas mais altas aumentam a taxa do desenvolvimento de plantas (BUXTON, 1996; BERNADES et al., 2017), afetando diretamente as concentrações e digestibilidade da FDN; atividade de enzimas sintéticas de lignina (Buxton e Fales, 1994; BERNADES et al., 2017) e reduz o valor de proteína na silagem de milho.

Altas temperaturas também possuem efeitos significativos nas trocas de calor entre a silagem e o ambiente. Para ASHBEL et al., (2002) a temperatura ambiente afeta a taxa de liberação de calor que pode ser conduzido para os arredores e se a temperatura ambiente é muito alta (40°C), a face do silo absorve o calor do meio elevando ainda mais a temperatura interna.

Temperaturas elevadas igualmente expressam grande influência nas etapas de confecção da silagem, normalmente levam a uma mudança na população microbiana homolática para heterolática, apresentando maiores concentrações de acetato e menores concentrações de lactato. E no momento da descarga, altas temperaturas podem aumentar as

taxas de crescimento microbiano, levando ao aumento da deterioração da silagem (BERNADES et al., 2019).

3.4. Consumo animal e Características organolépticas de silagens

O consumo é o constituinte de maior importância na determinação de qualidade da forragem, sendo definida como resultado do produto de valor nutritivo e consumo voluntário potencial (REIS E DA SILVA, 2006; REIS et al., 2008)

Quando oferecido a ruminantes, a silagem deteriorada é muitas vezes parcial ou completamente recusada (Gerlach et al., 2013) e, se consumido, pode afetar parâmetros metabólicos e a imunidade (KOROSTELEVA et al., 2007). Silagens deterioradas apresentam baixo valor nutritivo e riscos de efeitos negativos ao desempenho e a saúde animal (DRIEHUIS & OUDE ELFERINK, 2000).

4. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética e Biossegurança da UFRA (CEUA) – 23084.006712/2016-21 (UFRA), tendo parecer favorável à execução desta pesquisa através do protocolo 022/2016.

O experimento foi realizado na Fazenda Escola (FEIGA), no município de Igarapé-Açu, cidade que apresenta média anual da temperatura máxima de 32,2°C e da temperatura mínima de 21,4°C, o clima do município enquadra-se no tipo Am segundo classificação de Köppen. A localidade apresentando pequena estação seca e, da classificação de Thornthwaite, considerado como clima úmido com ocorrência de deficiência hídrica de pequena intensidade (BASTOS; PACHECO, 1999). As coordenadas geográficas aproximadas são 01°07'21" de latitude sul e 47°36'27" longitude oeste, a 47 metros de altitude.

Foi realizado um estudo de abordagem quanti-qualitativo. A fase experimental foi executada na fazenda escola e as análises químicas foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal da Universidade Federal Rural da Amazônia, campus Belém.

Foi realizado o experimento sobre a escolha de forragem e ingestão em curto prazo de silagem de milho com 5 ovelhas, com peso corporal médio de 45 kg mantidas em baias individuais, com piso ripado, dispostas em aprisco de madeira e providas de comedouros e bebedouros individuais. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, pela manhã (08:30h) e à tarde (15:30h), receberam água e sal mineral *ad libitum*. Foi mantido um manejo higiênico/sanitário das instalações para garantir a saúde dos animais.

O milho utilizado para produção da silagem foi cultivado na Fazenda Escola de Igarapé-açu- FEIGA, com utilização de quatro híbridos diferentes. O milho foi colhido com teor de matéria seca aproximadamente de 35%. A silagem foi confeccionada em silo, do tipo trincheira, com as seguintes dimensões, 1,3 m de altura, 10,2 m de comprimento e 7,5 m de largura, com volume total de aproximadamente 99,45 m³, com compactação por pisoteio e vedação com lona dupla face de polietileno.

Diariamente, durante a execução do experimento, eram retirados cerca de 5kg de silagem do silo, para cada pilha, segundo o fornecimento para cada animal (desprezando-se as camadas deterioradas da face e superfície) para exposição em tempos crescentes ao ar por tempos de 0; 2; 4 e 6 dias. Todas as silagens foram expostas separadamente em pilhas, com dimensões de 30 cm de comprimento, 15 cm de largura e 13 cm de altura, em galpão fechado, na própria fazenda escola.

A cana-de-açúcar utilizada na alimentação dos animais, foi colhida na própria fazenda escola. O corte da cana-de-açúcar foi feito no período da tarde, antes do fornecimento alimentar aos ovinos das 15:30h. A cana-de-açúcar triturada, no período da tarde, ficou armazenada para posterior fornecimento na manhã seguinte. Para cada dia de fornecimento, coletou-se uma amostra de cana-de-açúcar de aproximadamente 500 g, no momento do fornecimento como nas sobras. A coleta de amostras do alimento antes do fornecimento foi utilizada para determinação de MS e também resultou em uma porção composta direcionada para análise química. A coleta realizada das sobras do alimento foi utilizada apenas para determinação de MS. Todas as amostras foram congeladas para posterior análise.

Os ensaios de preferência foram realizados conforme descrito por Buntinx, Pond, Fisher e Burns (1997), composto por duas fases: a primeira fase foi de adaptação com duração de cinco dias e a segunda fase foi a coleta de dados com duração de dez dias. Na primeira fase sucederam todos os ajustes necessários principalmente realizando-se a pesagem dos alimentos fornecidos diariamente e ajustando o fornecimento para permitir sobras de 10%.

. Durante a primeira fase, fase de adaptação, cada animal teve acesso apenas a uma única forragem durante 3 horas por dia às 08h30min, ou uma das silagens expostas aerobiamente (dia 0, 2, 4 ou 6 pós-exposição) do tratamento ou cana-de-açúcar. A ordem de fornecimento do alimento para cada animal foi randomizada, porém cada animal recebeu apenas um único tratamento. A cana-de-açúcar foi utilizada como alimento padrão sem processamento adicional. Para o restante do dia durante o período de adaptação, cada ovino teve livre acesso a cana-de-açúcar.

Durante a fase de coletas de dados as silagens expostas aerobiamente (dia 0, 2, 4 ou 6 pós-abertura) e a cana-de-açúcar foram oferecidas a cada animal em combinações, totalizando 10 combinações. As combinações foram atribuídas aleatoriamente para cada ovino e fornecida para garantir o livre acesso a ambas as forragens. A posição esquerda-direita das forragens no par também foram randomizada. Ofertou-se cada combinação como uma refeição por um dia durante um período de 3 horas (duração total da fase = 10 dias). Cada forragem foi disponibilizada em bandejas plástica, e a combinação de pares apresentadas lado a lado na frente de cada ovelha. Inverteu-se a posição do alimentador diariamente. Determinou-se as quantidades de forragens antes do fornecimento bem como nos primeiros 30 min e após 3 horas ao início dos ensaios de preferência para o cálculo de ingestão. Durante a fase de coletas de dados o peso da cana-de-açúcar oferecida foi

determinado antes e depois da alimentação para calcular o consumo de matéria seca a curto prazo (DMI) total para 2 horas de consumo.

4.1 Avaliação microbiológica das silagens

As avaliações microbiológicas foram feitas em três fases durante o desenvolvimento do experimento. A primeira avaliação foi realizada na abertura do silo; utilizando amostras unicamente do 0D, a segunda foi realizada com 5 dias após o início do experimento e última no fim do experimento; as duas avaliações finais foram realizadas com amostras de todos os tratamentos.

O procedimento de coleta de amostra no momento da abertura do silo foi realizado desprezando-se uma camada de 5 cm do painel e a silagem da superfície. Após realizar o descarte da silagem mais deteriorada, o amostrante devidamente paramentado retirou uma pequena fatia do painel com a mão, em seguida homogeneizou e coletou cerca de 200 g. A coleta de silagem das duas avaliações microbiológicas finais foram obtidas das pilhas após exposição de acordo com cada tratamento; a pilha foi homogeneizada e retirado cerca 200 g de amostra.

Utilizou-se extrato aquoso (1:10) com água peptonada (1g por litro de água), homogeneizado durante 4 minutos em saco estéril. O número de leveduras e mofos foram determinados por plaqueamento seriado em 7 diluições em meio potato dextrose ágar (Sigma-Aldrich Brasil LTDA). Após incubação a 26°C por cinco dias, realizou-se a contagem das colônias separadamente, com base nas características morfológicas.

4.2 Avaliação do pH

A mensuração do pH foi realizada antes e após cada tempo de exposição das silagens. Para determinação do pH, 25 gramas de silagem fresca foram colocadas em um béquer com 100 mL de água destilada (Bolsen et al., 1992). Posteriormente, a amostra era homogeneizada com bastão de vidro e após 30 minutos, foi realizada leitura do pH com eletrodo Tekna modelo T-1000. Foi realizado a mensuração do pH de todas as amostras de silagem, antes do fornecimento como das sobras.

4.3 Avaliação da composição química das silagens

Para determinação da composição química, as amostras foram descongeladas a temperatura ambiente, e submetidas à pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar por

72 h a 55°C, sendo posteriormente moídas em moinho de faca tipo Willey, com peneira com crivo de 1 mm de diâmetro.

Após esses procedimentos as amostras foram levadas para estufa de secagem definitiva (105°C) por 16h para determinação do teor de MS (método 934.01) e posteriormente em forno mufla (600°C/4h) para determinação da OM (método 923.03) (AOAC, 1990). A concentração de PB foi determinada pelo método Kjeldahl (método 978.04; AOAC, 1990). A FDN foi determinada por método gravimétrico utilizando alfa amilase termoestável (método 2002.04; AOAC, 1990). O conteúdo de CNF foi calculado segundo Detmann and Valadares filho (2010).

4.4 Avaliações sensoriais

Avaliou-se as propriedades sensoriais de cada amostra (odor, textura, cor e presença mofos visíveis) em cada dia de exposição aeróbia usando um esquema baseado em pontos (HUSSBAUM, A. H et al, 2004). As avaliações foram feitas em uma escala de pontuação segundo HUSSBAUM, A. H et al (2004), na qual odor poderia varia entre 0 (Odor agradavelmente ácido, aromático, tipo pão), 1 (Odor ligeiramente alcoólico ou leve odor de ácido), 3 (Odor alcoólico ou tostado forte), 5 (Odor de mofo ou butírico) e 7 (Odor asqueroso de mofo, podre). No parâmetro textura a pontuação varia entre 0 (Inalterada, como a matéria prima), 1 (Levemente atacadas, partes da planta quebradiças), 2 (Fortemente atacadas) e 4 (Podridão). Na avaliação da cor a silagem poderia estar entre 0 (Semelhante a cor original), 1 (0 Mudou pouco) e 2 (Mudou muito). Na avaliação dos fungos a presença visível recebe 7 em sua pontuação.

Foram feitas as análises sensitivas em todas as pilhas de silagem antes do fornecimento. O procedimento era realizado distante do galpão para evitar interferências ambientais. As avaliações eram feitas por um único avaliador devidamente paramentado.

4.5 Temperatura das silagens

Durante a exposição das silagens, foi aferida temperatura duas vezes ao dia, às 07:00 e às 15:00, em três pontos diferentes da massa (meio, esquerda, direita) utilizando-se um termômetro. A temperatura ambiente foi mensurada com o auxílio de um termômetro manual e calculou-se a estabilidade aeróbia como o tempo em que a temperatura do alimento, após a abertura do silo, apresentou elevação de 2°C em relação à temperatura ambiente (Moran et al., 1996).

O ΔT foi utilizado para mostrar as diferenças de temperatura da silagem de milho durante a exposição aeróbia. Para simplificar a visualização dos dados a temperatura da silagem é expressa como a diferença para a temperatura ambiente (ΔT).

$$\Delta T = T_{MDS} - T_A$$

4.6 Análise estatística

Os dados foram analisados utilizando o software SAS 9.2 (SAS Institute Inc., Cary, Carolina do Norte, EUA). Foi utilizado o desenho experimental de análise estatística reduzida por escalonamento multidimensional (Buntinx et al. 1997) e por análises tradicionais. O escalonamento multidimensional (EMDS) é usado para desenvolver um arranjo espacial representando as diferenças expressas como ingestão seletiva de forragem pelos animais. Para o EMDS, a diferença de preferência entre um par de silagens foi expressa subtraindo a quantidade da forragem mais preferida da forragem menos preferida e dividindo a diferença, pela soma das do consumo total. Desta forma, expressou-se a preferência numericamente como uma diferença ou distância relativa. Se um animal consumiu quantidades iguais em um par, a razão de diferença é igual a zero e nenhuma preferência ou distância entre as silagens foi expressa. Se apenas um dos pares for consumido, a razão da diferença é igual a 1 e a diferença máxima de preferência entre forragens é expressa (Buntinx et al. 1997).

$$EMDS = (S. \text{ Mais Preferida} - S. \text{ Menos Preferida}) / \text{Consumo Total de Silagem}$$

EMDS é um procedimento de ajuste iterativo para dados com o objetivo de expressar distâncias ou diferenças relativas entre estímulos (por exemplo, forrageiras) em um número desconhecido de dimensões ortogonais, como descritos por Burns et al (2001). A soma residual dos quadrados é calculada comparando a “distância” entre os pontos que representam os estímulos e as distâncias ou diferenças entre os estímulos. Posteriormente, um mapa foi desenvolvido com pontos representando cada estímulo (Burns et al. 2001).

Forragens com coordenadas semelhantes no espaço dimensional são modeladas como similares de preferência e, inversamente, coordenadas estando longe um do outro no espaço dimensional forragens diferenciadas de preferência (Buntinx et al. 1997). A ordem de ajuste foi a primeira dimensão, que gerou incluem-se as variáveis mais importantes (a maioria das somas de quadrados), seguida da dimensão dois (Burns et al. 2001).

No ensaio de preferência foi realizado uma análise de variância após calcular a média do CMS de cada forragem (média cada combinação, $n = 4$). A regressão linear simples foi utilizada para examinar a relação entre a ingestão em curto prazo e pH de silagem durante

os dias de exposição aeróbia (expressa como diferença entre o pH da exposição e o pH do fornecimento).

5. RESULTADOS

5.1 Composição química e microbiológica

Foi analisada a composição química da silagem de milho e da cana-de-açúcar e microbiológica das silagens de cada estímulo (0-6d). Durante as análises foi observado um rápido crescimento de leveduras e fungos filamentosos nos primeiros dois dias de exposição aeróbia. Os valores de pH nas silagens estudadas (Tabela 2), após dois dias de exposição sofreram elevações.

Também se verificou a ocorrência de mudanças na composição química durante a exposição aeróbia. As concentrações de MS, FDN e o pH da silagem de milho aumentou de acordo com o tempo de exposição. A cana-de-açúcar apresentou baixa concentração de MS, PB e EE, como já esperado devido a característica química do alimento.

Tabela 2- Composição bromatológica e microbiológica da silagem de milho e cana-de-açúcar sobre o efeito da deterioração de 0 a 6 dias de exposição ao ar.

Variáveis	0D	2D	4D	6D	C	Erro Padrão
Leveduras (log ufc/g)	5,41	6,19	7,55	7,37	.	0,45
Mofos (log ufc/g)	4,16	7,46	7,36	7,31	.	0,72
pH	3,97	5,09	5,92	5,92	.	0,01
MS	33,00	37,85	39,50	42,11	19,57	4,00
MM	1,82	2,12	2,16	2,75	0,94	0,30
PB	6,85	6,88	7,38	7,65	2,85	0,88
FDN	44,33	35,91	50,56	74,13	43,68	6,53
EE	1,66	1,88	1,82	1,75	0,18	0,32
CNF	45,34	53,21	38,08	13,72	.	8,43

MS - Matéria seca; MM- Matéria mineral; PB - Proteína bruta; EE - Extrato etéreo; FDN - Fibra em detergente neutro.

Fonte: A autora

5.2 Avaliações sensoriais

Na análise sensorial, as silagens apresentaram diferentes pontuações em função do tempo de exposição ao ar que foram submetidas. As silagens 0D, na variável “Odor”, receberam a classificação de "agradavelmente ácido", as silagens 2D foram classificadas com “odor alcoólico” e as silagens 4D e 6D como “odor de mofo”.

Na variável textura, as silagens 0D e 2D foram classificadas como “levemente atacadas” e as silagens 4D e 6D como “fortemente atacadas”. No aspecto coloração, os alimentos 0D e 2D “mudou pouco” e os alimentos 4D e 6D “mudou muito”.

A presença de bolores não foi sensorialmente constatada nas silagens 0D e 2D, entretanto, nas silagens 4D e 6D a presença de fungos era visível. Nos tratamentos D6 e D4 todas as silagens estavam mofadas com um odor repulsivo, textura ofensiva (gordurosa) e cor alterada. Possivelmente, as propriedades sensoriais alteradas atuaram deprimindo o consumo.

Tabela 3. Variáveis qualitativas para análise sensorial

Variáveis (pontos)	Tratamentos			
	0D	2D	4D	6D
Odor	1	3	5	5
Textura	1	1	2	2
Cor	1	1	2	2
Fungos	0	0	7	7

6D – Seis dias de exposição; 4D- Quatro dias de exposição; 2D – Dois dias de exposição; 0D – Zero dias de exposição.

Fonte: A autora

5.3 Temperatura

O aumento do ΔT foi observado no intervalo de 2d a 6d acréscimo esse relacionado com o elevado desenvolvimento de leveduras e fungos. Os resultados indicaram que temperatura da silagem no momento do fornecimento não afetou o consumo.

Na tabela 4, pode-se observar as médias dos valores de ΔT , temperatura máxima e HTMAX para cada tratamento.

Tabela 4- Temperatura da silagem (expressa como diferença para a temperatura ambiente ΔT , em °C) durante seis dias (0d-6d) de exposição ao ar

Variáveis	Tratamentos				EPM
	D0	D2	D4	D6	
ΔT	2,35	8,45	6,50	6,90	1,30
TMAX	31,90	43,10	42,50	43,40	2,78
HTMAX	0	27,25	31,50	28,00	7,28
EA	.	0	7,50	7,50	2,50
AMPLITUDE	.	10,30	11,20	15,30	1,53

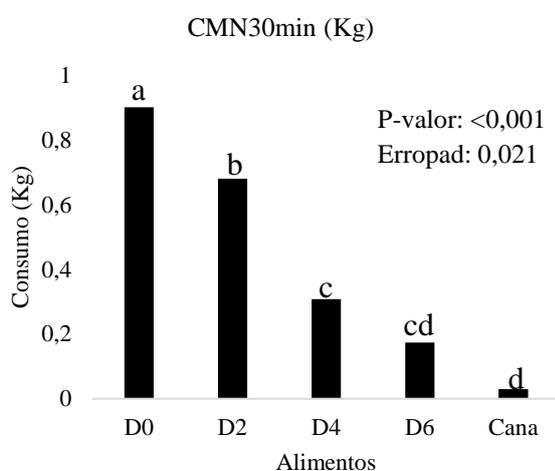
ΔT – Diferença da temperatura da silagem menos a temperatura ambiente; TMAX- Temperatura máxima; HTMAX- Tempo para alcançar temperatura máxima.

Fonte: A autora.

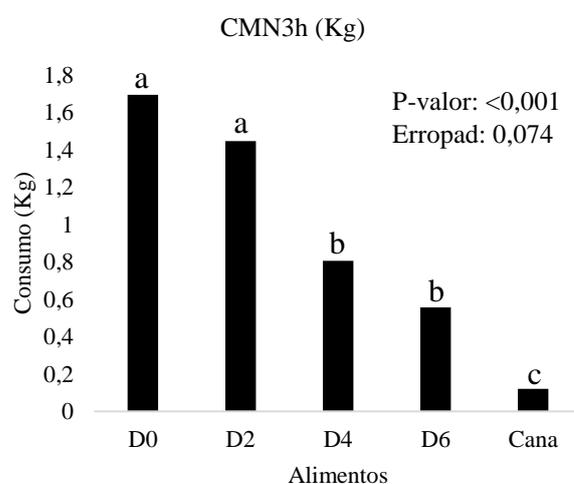
5.4 Consumo

Os resultados de consumo por alimento mostraram que todos os tratamentos diferiram estatisticamente ($p < 0,05$) entre si. O consumo 0D foi superior tanto nos primeiros 30 minutos como após 3h e cana-de-açúcar foi o tratamento com menor consumo.

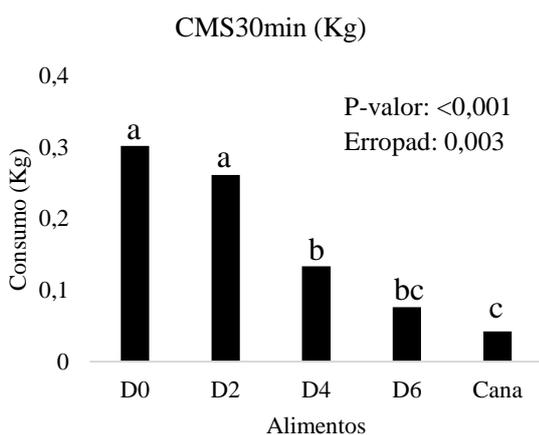
Figura 1- Consumo por alimentos (Kg): (a) Consumo matéria natural 30 min, (b) consumo matéria natural 3h, (c) consumo de matéria seca 30 min, (d) consumo de matéria seca 3h



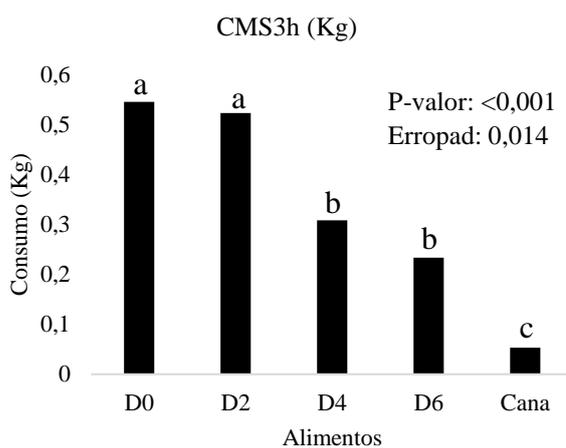
a



b



c



d

Fonte: A autora

Os resultados do MDS mostraram a preferência entre as silagens e a cana-de-açúcar em duas dimensões. As diferentes coordenadas do teste de preferência são mostrados na Tabela abaixo (Tabela 4).

Tabela 4- Coordenadas de estímulos dos alimentos para a solução bidimensional para preferência entre ovinos

Forragens	Consumo	D0	D2	D4	D6	C
DIM1	Consumo 30 min	0.79	0.93	0.72	-1.12	1.32
DIM2	Consumo 30 min	0.97	0.5	-1.12	-1.29	0.94
DIM1	Consumo 3H	1,07	1	-0,12	-0,3	-1,66
DIM2	Consumo 3H	0,75	0,76	-1,31	-1,13	0,93

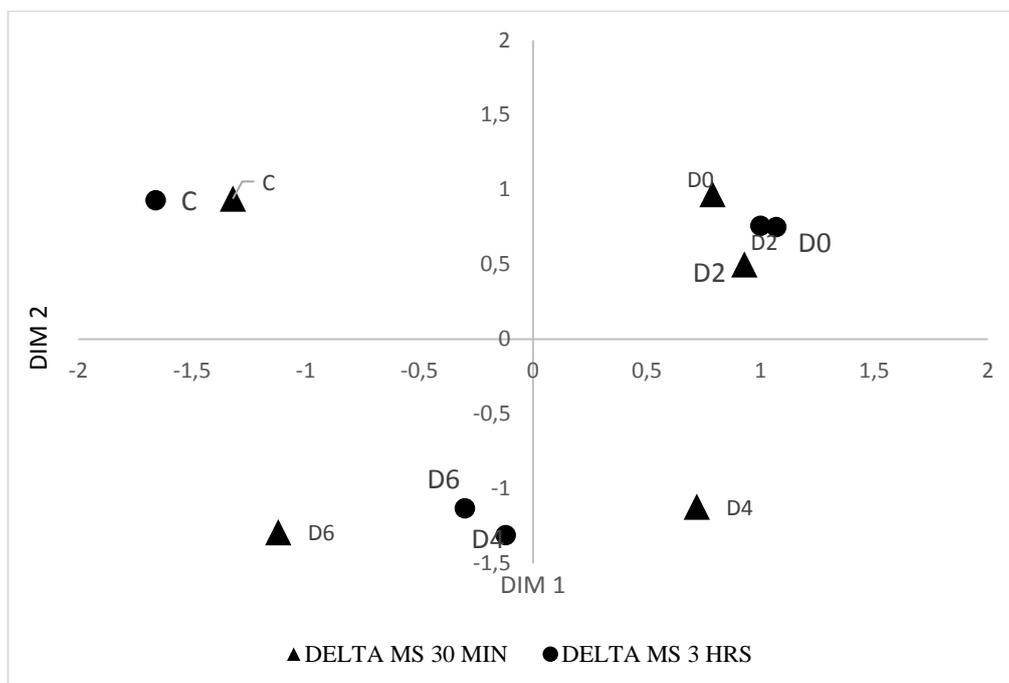
DIM1- Dimensão um; DIM2- Dimensão dois.

Fonte: A autora

A Figura 2 apresenta as soluções gráficas da análise multidimensional do resultado de um ensaio de preferência com ingestão de MS em 30min e 3H. De acordo com Buntinx et al (1997), a figura apresenta o distanciamento entre os padrões de consumo, ou seja, alimentos com coordenadas semelhantes no espaço dimensional são similares em preferência e alimentos com coordenadas afastadas, longe no espaço dimensional, diferentes em preferência.

Para o ensaio em questão, D0 (Figura 1) teve padrões de preferência similar a D2 e diferente, com uma distância acentuada, da cana-de-açúcar. Na observação da figura é possível visualizar a formação de pequenos grupos de padrões de consumo: “D0-D2”, “D4-D6” e “C”. Comparando a distância entre os grupos D4 e D6 teve distância de preferência intermediária entre D0-D2 e C.

Figura 2- Escalonamento multidimensional da preferência média mostrada por cinco em resposta a quatro silagens (D0-D6) e a cana-de-açúcar após 30 min e 3 h (d = número de dias de exposição aeróbica)

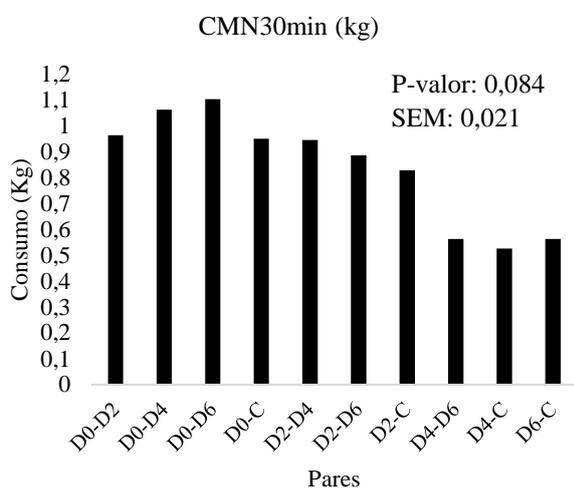


D6 – Seis dias de exposição; D4- Quatro dias de exposição; D2 – Dois dias de exposição; D0 – Zero dias de exposição

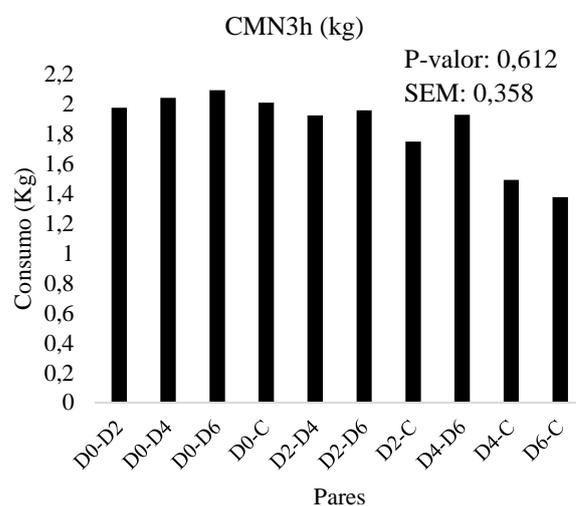
Fonte: A autora

Os resultados de consumo dos pares de alimentos mostraram que nenhum dos tratamentos diferiram estatisticamente ($p > 0,05$) entre si (Figura 3). O Figura 3 mostra o consumo médio para os 10 pares de alimentos que foram ofertados durante todo o período experimental.

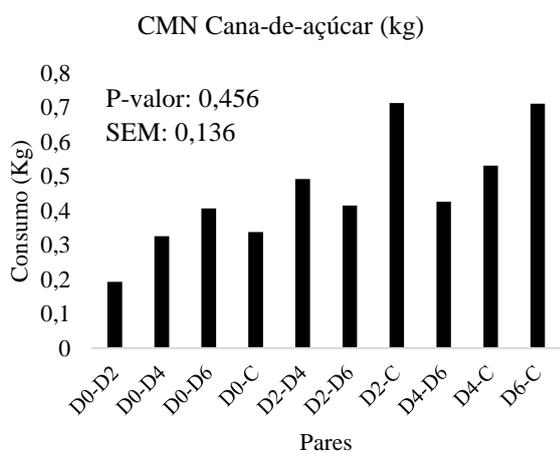
Figura 3- Consumo por pares de alimentos (Kg): (a) Consumo matéria natural 30 min, (b) consumo matéria natural 3h, (c) consumo de Cana-de-açúcar, (d) consumo de matéria natural total, (e) consumo de matéria seca 30 min, (f) consumo de matéria seca 3h.



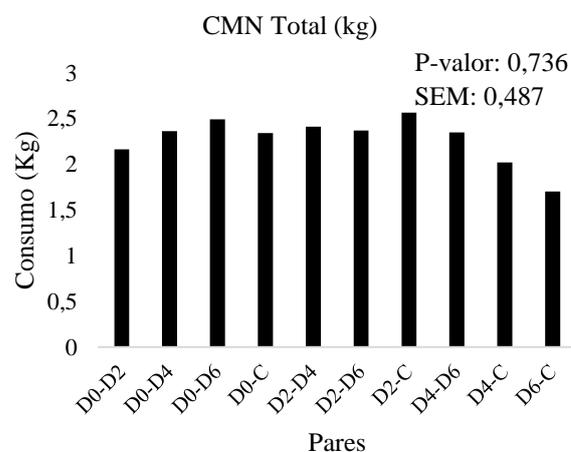
a



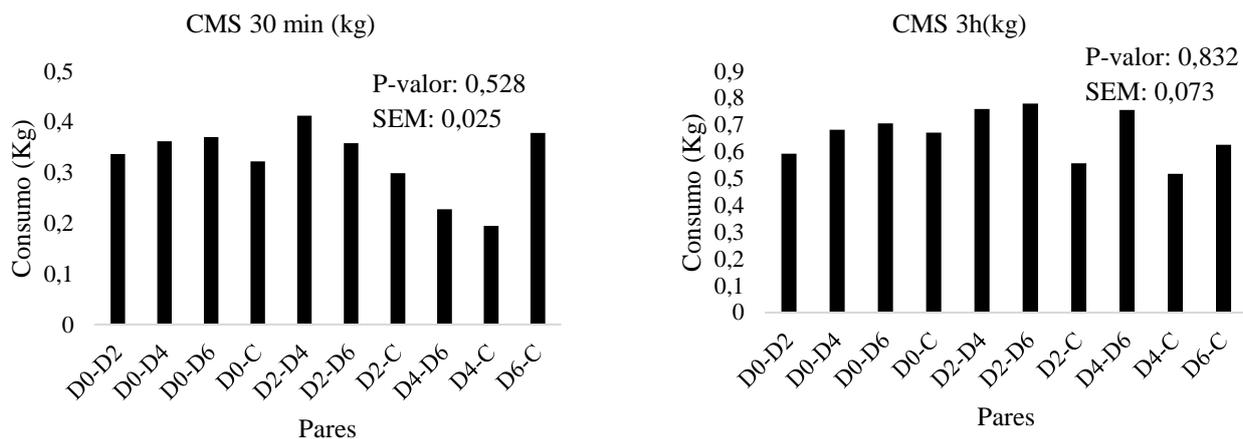
b



c



d



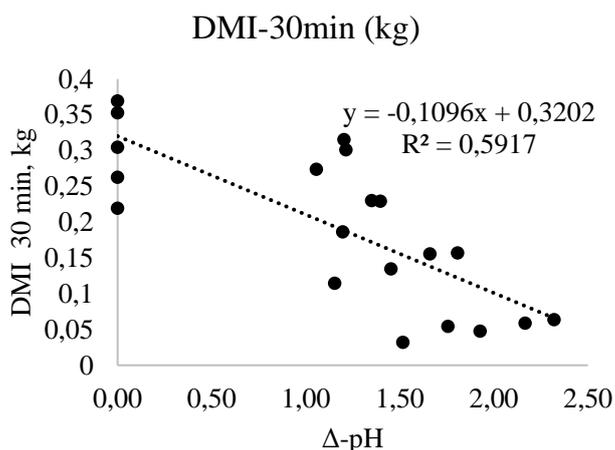
e

f

Fonte: A autora.

A análise de regressã mostrou que o aumento do pH da silagem de milho proporcionou uma redução linear ($p < 0,05$) na ingestão de MS, a medida que o pH aumentou o consumo reduziu, nos primeiros 30 minutos e após 3h. Observou-se que o ΔpH das silagens 0D, no momento do fornecimento, era o mais baixo entre todos os tratamentos, sendo que o tratamento 6D apresentou valor de ΔpH de 5,92.

Figura 4: Ingestão de MS (kg): (a) Consumo matéria seca 30 min, consumo matéria seca 3h, em função do ΔpH da silagem de milho

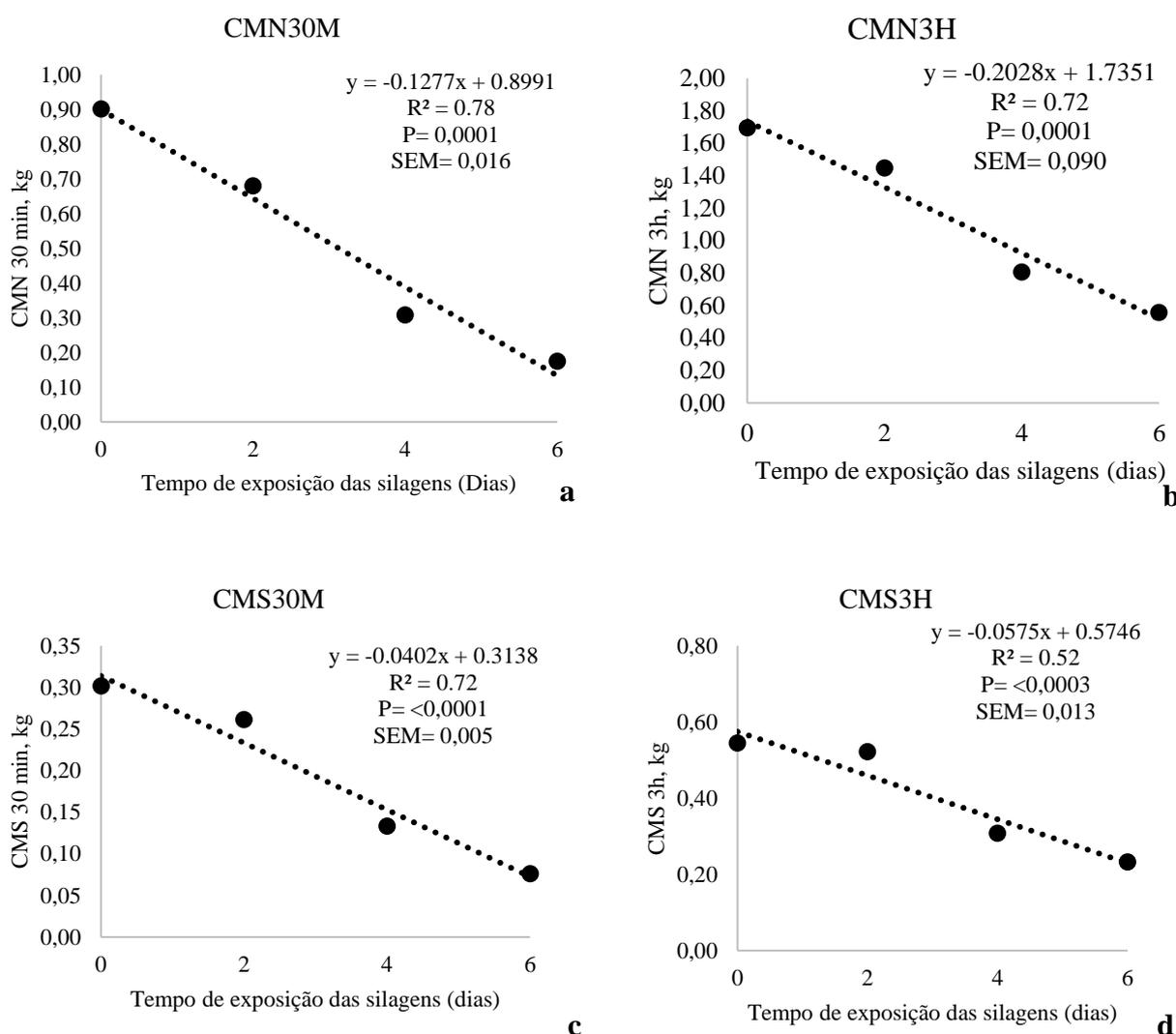


Fonte: A autora

A representação gráfica da análise de regressão mostrou que o aumento nos dias de exposição da silagem de milho ao ar proporcionou um decréscimo linear ($P < 0,05$) no

consumo médio dos animais, em 30 minutos. Essa redução pode estar correlacionada com a alta proliferação de microrganismos deterioradores, que provocaram mudanças químicas e sensoriais nas características dos alimentos, provocando uma redução no consumo.

Figura 5: Consumo (Kg): (a) Consumo matéria natural 30 min, (b) consumo matéria natural 3h, (c) consumo de matéria seca 30 min, (d) consumo de matéria seca 3h em função dos dias de exposição aeróbia



5.6 DISCUSSÃO

No presente estudo a deterioração aeróbia teve início com a ação das leveduras seguida pelo rápido desenvolvimento dos fungos filamentosos. Silagens com zero dias de exposição apresentaram contagens médias de leveduras $>10^5$ ufc/g, esse elevado valor na contagem de leveduras permite uma rápida quebra da estabilidade quando a massa ensilada entra em

contato com o ar (KUNG et al., 1998; BORREANI et al., 2002; MUCK, 2004; PEREIRA et al., 2014).

O rápido desenvolvimento de bolores pode estar associado a elevada umidade relativa do ar (BERNADES et al., 2019) e a mudanças nos valores de pH. Vale ressaltar a importância deste crescimento para a redução no consumo, uma vez que estes microrganismos são responsáveis pelo desenvolvimento de uma série de eventos que podem afetar negativamente o consumo, como por exemplo, mudanças em fatores sensoriais, odor e textura, o que pode causar rejeição ao alimento.

Como mostra a tabela 2 os valores de MS para a silagem D0, ficaram entre 33% e 38%; MM < 3,5, considerado um valor “ideal”, e o FDN ficou <50, observado como um valor “satisfatório” para Bernardes (2017). Portanto, essas silagens são classificadas como bem fermentadas.

O aumento dos valores de pH pode ser explicado pelo o desenvolvimento da população microbiana. A intensificação da fermentação por enterobactérias gera um aumento nas perdas pela produção de etanol e CO₂ (OUDE ELFERINK et al., 2001; SILVA., 2013).

Bolsen et al. (2002), estudando o efeito da presença de silagem deteriorada na dieta de bovinos, encontrou padrões de mudanças na composição bromatológica como aumento de MS, PB e FDN, semelhantes ao encontrado no presente estudo. A perda de umidade das silagens possivelmente pode está associada a atividade d'água, na qual ocorreu a evaporação da mesma para o ambiente.

Nas avaliações sensoriais (Tabela 3) observou-se que as silagens 4D e 6D, que apresentaram “odor de mofo”, “textura fortemente atacadas” e “presença de fungos” foram fortemente rejeitadas. O odor possivelmente é um dos fatores mais importantes para aceitação animal

Na variável consumo, observando as médias de consumo por alimento é possível observar uma redução significativa do consumo das silagens após 4 dias de exposição ao ar (Figura 1). Depois de 6 dias de exposição a redução média no consumo foi de 75% de MS. Porém no estudo realizado por Bruning et al (2017), na Alemanha, foi observado média de ingestão de 29% para silagens com 6 dias de exposição. Gerlach et al. (2013) observaram uma redução no consumo de MS de 53% para silagens com 8 dias de exposição.

De acordo com os dados de consumo por alimento, valores da equação do MDS, microbiologia e composição bromatológica é possível afirmar que o grupo de padrão de

consumo “D0-D2” foram os mais preferidos em comparação com os outros grupos, e a cana-de-açúcar foi fortemente evitada. D4-D6 teve preferência intermediária.

Na avaliação do consumo dos pares ingestão do alimento variou de acordo com as combinações ofertados. Os pares correspondentes com a cana-de-açúcar e silagem 6D combinados com silagem de preferência intermediárias foram evitados, entretanto, quando fornecido juntamente com silagem D0 e silagem D2, estimularam o consumo dos alimentos mais preferidos

Considerando que as silagens se apresentam estragadas quando o pH se encontra acima de 6,07 (ERICKSON et al., 2012), as silagens D4 e D6 foram os tratamentos que mais se aproximaram da faixa de deterioração com um pH de 5,92 (Tabela 2). Isso ocorreu devido a elevada população de leveduras presentes nos tratamentos D4 e D6 (Tabela 2), visto que leveduras degradam o ácido lático proporcionando o crescimento de outros microrganismos deterioradores desencadeando assim o aumento do pH.

6. CONCLUSÃO

O efeito da exposição aeróbia sobre as características de composição bromatológica e sensorial afetam o consumo. O aumento do pH foi um dos fatores mais relevantes para a rejeição do alimento. Portanto, a preferência da silagem pelo animal está condicionada ao tempo de exposição, pois quanto mais exposta a silagem, mais suscetível esta fica a ação de fatores incontrolláveis, o que pode gerar um consumo de nutrientes inadequado.

7. REFERÊNCIAS

- ASHBELL, G. et al. The effects of temperature on the aerobic stability of wheat and corn silages. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, v. 28, n. 5, p. 261–263, 1 maio 2002.
- BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R.; REIS R.A. Importância no planejamento na produção e no uso de silagem. In: EVANGELISTA, A.R.; AMARAL, P.N.C.; PADOVANI, R.F.; TAVARES, V.B.; SALVADOR F.M.; PERON, A.J. (Eds). **Forragicultura e pastagens: Temas em evidencia**. 5 ED. Lavras: UFLA, 2005. P. 121-176.
- BERNARDES, T.F. **Controle da deterioração aeróbia de silagens**. 2006. 103f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária - Unesp, Jaboticabal, SP, 2006.
- BERNARDES, T.F. et al. Silage review: Unique challenges of silages made in hot and cold regions. **Journal Of Dairy Science**, v. 101, n. 5, p.4001-4019, maio. 2018.
- BOLSEN, K. K. **Effect of Level of Surface Spoilage on the Nutritive Value of Maize Silage Diets**. p. 2, 2000.
- BOLSEN, K. K.; WHITLOCK, L.A.; URIARTE-ARCHUNDIA, M.E. Effect of surface Spoilage on the Nutritive Value of Maize Silage Diets. In: **THE INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE**, AUCHINCUIVE. Proceedings... Auchincruive, 2002, p. 75-77.
- BORREANI, G. & TABACCO, E. The relationship of silage temperature with the microbiological status of the face of corn silage bunkers. **Journal of Dairy Science**, v.93, p. 2620–2629. 2010
- BUNTINIX, S. E. et al., The Utilization of multidimensional scaling to identify forage characteristics associated with preference in sheep. **Jornal Animal Science**, v.75, p. 1641-1650. 1997.
- BURNS, J. C.; FISHER, D. S.; MAYLAND, F. H. Preference by sheep and goats among hay of eight tall fescue cultivars. **Jornal Animal Science**, v. 79, p. 213-224. 2001.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. Sobre a estimativa de carboidratos não-fibrosos em alimentos e dietas. **Arq. Bras. Med. Veterinario. Zootec**. Belo Horizonte, v. 62, n.4, p.980-984, agosto. 2010.
- DRIEHUIS, F.; ELFERINK, S. J. W. H. O. The impact of the quality of silage on animal health and food safety: A review. **Veterinary Quarterly**, v. 22, n. 4, p. 212–216, out. 2000.
- ERICKSON, P.S.; WHITEHOUSE, N.L; SPANGLER, D.A. et al. Case Study: Adding a bacterial inoculant to corn silage removed from a bunker silo and stored in piles. **The Professional Animal Scientist**, v.28, p.244-247, 2012.
- GERLACH, K. et al. Changes in maize silage fermentation products during aerobic deterioration and effects on dry matter intake by goat, **Agricultural and food science**, v. 22, p. 168-181, março. 2013.

GIOMBELLI, Laura Caroline di Domenico. **COMPOSIÇÃO QUÍMICA, DIGESTIBILIDADE IN VITRO E QUALIDADE DAS SILAGENS DE MILHO REENSILADAS APÓS DIFERENTES TEMPOS DE EXPOSIÇÃO AO AR.** 2018. 50 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Centro de Educação Superior do Oeste, Universidade do Estado de Santa Catarina, Chapecó,, 2018.

GUERRA, Danillo Glaydson Farias. **COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE SILAGENS DE CAPIM-ELEFANTE (*Pennisetum purpureum*, Schum) COM DIFERENTES NÍVEIS DE SUBPRODUTOS DA AGROINDÚSTRIA.** 2015. 57 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnista, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2015.

HETTA, M. et al. Voluntary intake of silages in dairy cows depending on chemical composition and in vitro gas production characteristics. **Livestock Science**, Elsevier, v. 106, n. 1, p.47-56, jan. 2007.

HUSSBAUM, A. H.; WEISSBACH, B. F. ELSÄSSER, A.M. et al. Grobfutterbewertung : Teil A – DLG-Schlüssel zur Bewertung von Grünfutter, Silage und Heu mit Hilfe der Sinnenprüfung. DLG Information 1/2004

KOC, F. et al. The effects of temperature on the silage microbiology and aerobic stability of corn and vetch-grain silages. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science**, v.59, n. 4, p.239-246, dez. 2009.

KUNG JR., L.; MOULDER, B.M.; MULROONEY, C.M. et al. The effect of silage cutting height on the nutritive value of a normal corn silage hybrid compared with Brown Midrib corn silage fed to lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.91, n.4, p.1451-1457, 2008.

LIMA, Eduardo Moura de. **COMPOSIÇÃO QUÍMICA, DIGESTIBILIDADE IN VITRO E QUALIDADE DAS SILAGENS DE MILHO REENSILADAS APÓS DIFERENTES TEMPOS DE EXPOSIÇÃO AO AR.** 2015. 44 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal de Minas Gerais Escola de Veterinária, Belo Horizonte, 2015.

PAHLOW, G; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F. et al. Microbiology of ensiling. In: BUXTON , D. R.; MUCK, R. E.; HARRISON, J.H (Eds). **Silage Science and Technology**. 1 ed. Madison: American Society of Agronomy, 2003. P.31-94.

MORAN, J.P. et al. A comparison of two methods for the evaluation of the aerobic stability of whole crop wheat silage. In: **International silage conference**, 11. ed., Aberystwyth. **Proceedings...** Aberystwyth: [IGER], 1996. p.162-163.

PAHLOW, G.; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S.J.W.H. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. **Silage Science and Technology**. Madison: American Society of Agronomy, 2003, p. 31-94.

PEREIRA, Odilon Gomes et al. Práticas na ensilagem versus qualidade higiênica da silagem. In: **Simpósio: produção e utilização de forragens conservadas**, 5. ed., Maringá. Anais do V Simpósio: Produção e utilização de forragens conservadas. Maringá: Nova Sthampa, 2014. p. 157 - 210.

SANTOS, M.C. et al. Effects of a spoilage yeast from silage on in vitro ruminal fermentation. **Journal Of Dairy Science**, Orchard Park, v. 98, n. 4, p.2603-2610, abr. 2015.

SILVA, Naiara Caixeta da. **ADITIVOS COMO CONTROLADORES DA DETERIORAÇÃO AERÓBIA EM SILAGEM DE MILHO NA REGIÃO PERIFÉRICA DE SILOS TRINCHEIRA**. 2013. 70 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013. Cap. 2

SPOELSTRA, S.F.; COURTIN, M.G.; VAN BEERS, J.A.C. Acetic acid bacteria can initiate aerobic deterioration of maize silage. **Journal of Agricultural Science**, v.111, p.127-132, 1988.

AMARATRES, Tais et al. Silagem de grãos de milho, com adição de soja: estabilidade aeróbia e desempenho de vacas leiteiras. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, Salvador, v. 15, n. 1, p.248-260, jan. 2014.

WEISS, K.; KROSCHEWSKI, B.; AUERBACH, H. Effects of air exposure, temperature and additives on fermentation characteristics, yeast count, aerobic stability and volatile organic compounds in corn silage. **Journal Of Dairy Science**, Germany, v. 99, n. 10, p.8053-8069, out. 2016.

WOOLFORD, M.K. The detrimental effect of air on silage. **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v.68, n.2, p. 101-116, feb. 1990.

ZHOU, Y.; DROUIN, P.; LAFRENIÈRE, C.. Effect of temperature (5-25°C) on epiphytic lactic acid bacteria populations and fermentation of whole-plant corn silage. **Journal Of Applied Microbiology**, Milwaukee, v. 121, n. 3, p.657-671, jul. 2016.