



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA- UFRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E PRODUÇÃO ANIMAL NA
AMAZÔNIA**

AMANDA CAROLINY MARQUES DE QUEIROZ

**IMPACTOS DAS PRÁTICAS DE MANEJO NA REALOCAÇÃO DE SILAGENS DE
PLANTA INTEIRA DE MILHO SOBRE A FERMENTAÇÃO, VALOR NUTRITIVO
E NO CONSUMO EM OVINOS**

**BELÉM
2020**

AMANDA CAROLINY MARQUES DE QUEIROZ

IMPACTOS DAS PRÁTICAS DE MANEJO NA REALOCAÇÃO DE SILAGENS DE PLANTA INTEIRA DE MILHO SOBRE A FERMENTAÇÃO, VALOR NUTRITIVO E NO CONSUMO EM OVINOS

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Saúde e Produção Animal na Amazônia, para obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. Aníbal Coutinho do Rêgo.

Coorientador: Prof. Dr. Thiago Carvalho da Silva.

**BELÉM
2020**

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

D278i de Queiroz, Amanda Caroliny Marques
IMPACTOS DAS PRÁTICAS DE MANEJO NA REALOCAÇÃO DE SILAGENS DE PLANTA
INTEIRA DE MILHO SOBRE A FERMENTAÇÃO, VALOR NUTRITIVO E NO CONSUMO EM
OVINOS / Amanda Caroliny Marques de Queiroz, Anibal Coutinho do Rêgo. - 2020.
73 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) - Programa de PÓS-GRADUAÇÃO em Saúde e Produção Animal na
AMAZÔNIA(PPGSPAA), Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia,
Belém, 2020.

Orientador: Prof. Dr. Anibal Coutinho do Rêgo
Coorientador: Prof. Dr. Thiago Carvalho da Silva .

1. Silagem de milho. 2. Realocação de silagem. 3. Exposição aeróbia. 4. Deterioração. 5. Consumo em
ovinos. I. do Rêgo , Anibal Coutinho , *orient.* II. Título

CDD 000

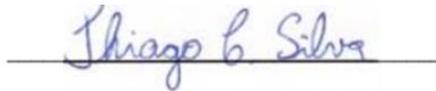
AMANDA CAROLINY MARQUES DE QUEIROZ

IMPACTOS DAS PRÁTICAS DE MANEJO NA REALOCAÇÃO DE SILAGENS DE PLANTA INTEIRA DE MILHO SOBRE A FERMENTAÇÃO, VALOR NUTRITIVO E NO CONSUMO EM OVINOS

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do curso de Mestrado em Saúde e Produção Animal na Amazônia, para obtenção do título de Mestre. Área de concentração: Produção Animal.

Aprovado em 28 de fevereiro de 2020

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Thiago Carvalho da Silva – Coorientador
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA



Prof. Dr. Thiago Fernandes Bernardes – 1º Examinador
Universidade Federal de Lavras – UFLA



Prof. Dr. Ebson Pereira Cândido – 2º Examinador
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA



Prof. Dr. Cristian Faturi – 3º Examinador
Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus em primeiro lugar, pois sem a sua ajuda, a sua direção e o seu agir eu não teria capacidade para estar aqui, por se fazer presente em todos os momentos, por me ter dotado de saúde, sabedoria e disposição para alcançar mais uma vitória em minha vida.

Aos meus pais, Paulo e Marialda, que com humildade, me deram suporte para trilhar meu caminho através dos exemplos de responsabilidade, dedicação e amor, me ajudando em toda a minha vida. Ao meu noivo Wisley que me compreendeu e me apoiou em todos os momentos.

À Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), em especial ao curso de Zootecnia, no qual, o meu agradecimento se estende a todos os funcionários, professores e amigos.

À coordenação do programa de Pós-Graduação em Saúde e Produção Animal na Amazônia (PPGSPAA). Em especial, agradeço o secretário Jaime Santos, por sempre está disposto em nos ajudar a solucionar nossos problemas da melhor forma possível.

Ao Grupo de Estudo em Ruminantes e Forragicultura da Amazônia (GERFAM) por todos os conhecimentos e oportunidades que foram repassados aos longos dos anos. Agradeço a todos os membros do grupo (Rosana, Melany, Rita, Márcia, Juliana Ferreira, Juliana Pitirini, Amoras, Hélio, Rômulo, Camilo, Wandersom, Pedro, Hugo, Francy, Adria, Ana, Yan, Igor, João, Larissa, Lucas, Stanley, Sávio, Daniel, me desculpem se faltou o nome de alguém...) vocês sabem o carinho enorme que tenho por todos, foram mais do que amigos, foram uma família. Muito obrigada, pela ajuda na realização desse trabalho e principalmente pela amizade, sem vocês, nada disso seria possível.

Ao meu orientador professor Aníbal Coutinho do Rêgo e ao coorientador Thiago Carvalho, a vocês devo agradecer por todos os ensinamentos repassados, pela paciência e compreensão que tiveram para comigo.

À fazenda Água Parada que concedeu a silagem utilizada nesse trabalho. Agradeço a todos os funcionários pela grande ajuda de sempre, muito obrigada!

Ao professor Thiago Bernardes por sempre receber os membros do grupo GERFAM na Universidade Federal de Lavras. Agradeço também a todos os amigos que fiz enquanto estive

na universidade, por todo o carinho que tiveram comigo e principalmente por sempre estarem dispostos a repassar conhecimento, muito obrigada!

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) pela concessão da bolsa.

Enfim, agradeço a todos os meus familiares, amigos e colegas que de uma forma direta ou indireta contribuíram para que mais essa etapa da minha vida fosse concluída.

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito do tempo de realocação e do uso de *L. plantarum* sobre o consumo e digestibilidade de silagens de milho em ovinos (experimento 1) e o efeito do local de armazenamento \times tempo de estocagem sobre o perfil fermentativo e valor nutritivo de silagens de milho realocadas em sacos plásticos (experimento 2). No experimento 1, para as avaliações das características da silagem, o estudo foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, enquanto no ensaio de consumo, utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, sendo o peso vivo inicial dos animais o critério de blocagem. Os silos foram abertos após 30 dias da ensilagem e realocados por 12 ou 24h, somente a silagem realocada por 12h teve adição de *L. plantarum* na ensilagem. Após a realocação, os silos foram abertos aos 45 dias. No experimento 2, foi avaliado a fermentação e o valor nutritivo das silagens realocadas, em um delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2×5 , com dois locais de armazenamento das sacarias (com e sem cobertura) e com cinco tempos de estocagem (10; 30; 60; 90 e 120 dias). No experimento 1, o tempo de realocação não afetou os produtos fermentativos. O teor de proteína bruta (PB), nitrogênio amoniacal (N-NH₃), bem como, a estabilidade aeróbia e as horas para atingir a temperatura máxima foram menores nas silagens realocadas por 12h, essas silagens apresentaram também maior temperatura máxima e amplitude do que silagens realocadas por 24h. Silagens realocadas por 12h apresentaram maior teor de matéria seca (MS) e menor de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), quando comparadas com silagens com *L. plantarum* e realocadas por 12h. O consumo de extrato etéreo foi maior e o da FDN menor em silagens não realocadas, em comparação as silagens realocadas. Silagens de milho realocadas por 12h ou 24h, nas mesmas condições do presente trabalho, não comprometem a digestibilidade e o consumo pelos ovinos. No experimento 2, houve interação entre o local de armazenamento \times tempo de estocagem sobre a temperatura da porção do meio, pH, contagem de mofo e levedura, ácidos láctico, acético, propiônico e butírico, N-NH₃, amplitude, PB, digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). Houve efeito quadrático do tempo de estocagem sobre a contagem de mofos e redução linear das leveduras de silagens em sacos armazenados em local com cobertura. A concentração de ácido láctico e acético aumentou linearmente com o tempo de estocagem de silagens em sacos

mantidos em local sem cobertura. Houve efeito quadrático com o tempo de estocagem sobre o teor de PB, DIVMS e linear crescente sobre o teor de N-NH₃ de silagens em sacos armazenados em local sem cobertura. Para as silagens com cobertura houve efeito linear crescente sobre a DIVMS e cúbico para PB, nenhum modelo se ajustou para o N-NH₃. Silagens realocadas devem ser estocada por 30 dias em sacos armazenados em galpão.

Palavras-chave: *L.plantarum*. local de armazenamento. sacos plásticos. tempo de realocação. tempo de estocagem.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of the time of relocation and the use of *L. plantarum* on the intake and digestibility of corn silages in sheep (experiment 1) and the effect of the storage location \times storage time on the fermentative profile and nutritional value of corn silages relocated in plastic bags (experiment 2). In experiment 1, for evaluations of silage characteristics, the study was conducted in a completely randomized design, while in the intake test, a randomized block design was used, with the animals' initial live weight as the blocking criterion. The silos were opened after 30 days of silage and relocated for 12 or 24 hours, only the silage relocated for 12 hours had the addition of *L. plantarum* in the silage. After relocation, the silos were opened at 45 days. In experiment 2, the fermentation and nutritive value of the relocated silages were evaluated, in a completely randomized experimental design, in a 2×5 factorial scheme, with two sacks storage locations (with and without cover) and with five storage times (10; 30; 60; 90 and 120 days). In experiment 1, the relocation time did not affect the fermentation products. The content of crude protein (CP), ammoniacal nitrogen (NH₃-N), as well as, the aerobic stability and the hours to reach the maximum temperature were lower in the silages relocated for 12h, these silages also presented a higher maximum temperature and amplitude than silages relocated for 24 hours. Silages relocated for 12h showed higher content of dry matter (DM) and lower content of insoluble fiber in neutral detergent (NDF), when compared with silages with *L. plantarum* and relocated for 12h. The intake of ether extract was higher and that of NDF lower in non-relocated silages, compared to relocated silages. Corn silages relocated for 12h or 24h, under the same conditions as the present study, do not compromise digestibility and intake by sheep. In experiment 2, there was interaction between the storage location \times storage time on the temperature of the medium portion, pH, mold and yeast count, lactic, acetic, propionic and butyric acids, NH₃-N, amplitude, PB, *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD). There was a quadratic effect of storage time on mold count and linear reduction of silage yeasts in bags stored in a covered place. The concentration of lactic and acetic acid increased linearly with the storage time of silages in bags kept in a place without cover. There was a quadratic effect with the storage time on the content of CP, IVDMD and increasing linear on the content of NH₃-N of silages in bags stored in a place without cover. For silages with cover there was an increasing linear effect on IVDMD and cubic for CP, no

model was adjusted for NH₃-N. Relocated silages should be stored for 30 days in bags stored in a shed.

Keywords: *L.plantarum*. storage place. plastic bags. relocation time. stocking time.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Experimento 2

- Figure 2.1-** Recuperação de matéria seca (%) de silagens de milho confeccionadas em silo trincheira.....50
- Figure 2.2** - Estabilidade aeróbia de silagens de milho antes da realocação.53
- Figure 2.3** – Imagens termográficas de silagens de milhos realocadas em sacos plásticos armazenados em local com cobertura (A) e sem cobertura (B) por 90 dias.....59
- Figure 2.4** - Imagens termográficas de silagens de milhos realocadas em sacos plásticos armazenados em local com cobertura (A) e sem cobertura (B) por 120 dias..... 60

LISTA DE TABELAS

EXPERIMENTO 1

Tabela 1.1 – Composição química da forragem na ensilagem e das silagens antes da realocação.
.....27

Tabela 1.2 - Contagem microbiológica (log UFC¹ g-1), produtos da fermentação (%MS) e estabilidade aeróbia (h) de silagens de milho inoculadas com *L. plantarum* e realocadas. 33

Tabela 1.3 – Avaliação do pH na estabilidade aeróbia de silagens de milho inoculadas com *L. plantarum* e realocadas.....34

Tabela 1.4 - Composição química (%) de silagens de milho inoculadas com *L. plantarum* e realocadas.35

Tabela 1.6 - Digestibilidade e nutrientes digestíveis totais (%) de silagens de milho com *L. plantarum* e realocadas.....37

Tabela 1.7 - Balanço de nitrogênio de ovinos alimentados com silagens de milho com *L. plantarum* e realocadas.....37

EXPERIMENTO 2

Tabela 2.1 - Temperaturas do painel e das pilhas durante a realocação das silagens de milho.
.....51

Tabela 2.2 - Composição química (%) de silagens de milho antes da realocação.51

Tabela 2.3 - Produtos da fermentação e estabilidade aeróbia das silagens de milho antes da realocação.52

Tabela 2.4 - Temperatura das silagens na porção superficial, meio e fundo dos sacos plásticos armazenados em local com (CC) e sem (SC) cobertura e estocadas por diferentes tempos. ...57

Tabela 2.5 - Contagem microbiológica e produtos da fermentação de silagens de milho realocadas em sacos plásticos armazenados em local com (CC) e sem (SC) cobertura e estocadas por diferentes tempos. 62

Tabela 2.6 - Estabilidade aeróbia de silagens de milho realocadas em sacos plásticos armazenados em local com (CC) e sem (SC) cobertura e estocadas por diferentes tempos. ...63

Tabela 2.7 - Composição química de silagens de milho realocada em sacos plásticos armazenados em local com (CC) e sem cobertura (SC) e estocadas por diferentes tempos. ...66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BAL	Bactéria ácido láctica
CNF	Carboidratos não fibrosos
CC	Local com cobertura
CMS	Consumo de matéria seca
CNDT	Consumo de nutrientes digestíveis totais
DCNF	Digestibilidade dos carboidratos não fibrosos
DIVMS	Digestibilidade in vitro da matéria seca
EE	Extrato etéreo
FDN	Fibra insolúvel em detergente neutro
FDN _{cp}	Fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína
H _{maxT}	Tempo em horas para atingir a temperatura máxima
IR-12	Silagem inoculada e realocada por 12h
LA	Local de armazenamento
MS	Matéria seca
MM	Matéria mineral
MO	Matéria orgânica
N	Balanço de nitrogênio
Na	Nitrogênio absorvido
NDT	Nutrientes digestíveis totais
Ni	Nitrogênio ingerido
N-NH ₃	Nitrogênio amoniacal
Nr	Nitrogênio retido
PB	Proteína bruta
R-12h	Silagem realocada por 12h
R-24h	Silagem realocada por 24h
SC	Local sem cobertura
SM	Silagem de milho
T _{Max}	Temperatura máxima
T.amb	Temperatura ambiente

SUMÁRIO

1. CONTEXTUALIZAÇÃO.....	17
REFERÊNCIAS	20
2. EXPERIMENTO 1. EFEITO DA REALOCAÇÃO NA FERMENTAÇÃO E COMPOSIÇÃO DE SILAGENS DE MILHO E NO CONSUMO E DIGESTIBILIDADE POR OVINOS.....	23
RESUMO.....	23
ABSTRACT	24
2.1 Introdução	25
2.2 Material e Métodos.....	26
2.2.1 Informações gerais.....	26
2.2.2 Delineamento experimental e preparação das silagens	27
2.2.3 Contagem microbiológica e produtos da fermentação	28
2.2.4 Estabilidade aeróbia.....	29
2.2.5 Composição química	29
2.2.6 Ensaio de consumo e digestibilidade.....	30
2.2.7 Análise estatística	31
2.3 Resultados	32
2.4 Discussão	37
2.5 Conclusão	40
REFERÊNCIAS	40
3 EXPERIMENTO 2. EFEITO DO LOCAL DE ARMAZENAMENTO E TEMPO DE ESTOCAGEM SOBRE SILAGENS DE MILHO REALOCADAS EM SACOS PLÁSTICOS.	43
RESUMO.....	43
ABSTRACT	45
3.1 Introdução	47
3.2 Material e Métodos.....	48
3.2.1 Informações gerais.....	48

3.2.2 Delineamento experimental e preparo das silagens.....	49
3.2.3 Avaliações termográficas	53
3.2.4 Contagem microbiológica e produtos da fermentação	54
3.2.5 Estabilidade aeróbia.....	55
3.2.6 Composição Química	55
3.2.7 Análise estatística	56
3.3 Resultados	56
3.4 Discussão	67
3.5 Conclusão	70
REFERÊNCIAS	71

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O processo de realocação consiste na produção de silagens na forma convencional, em silos trincheira ou superfície, seguida do desabastecimento, transporte, recompactação e vedação em um novo silo (CHEN; WEINBERG, 2014), podendo esse ser sacos plásticos resistentes ou outra estrutura de armazenamento, sendo a comercialização o principal objetivo dessa prática. O comércio de silagens tem aumentado nos últimos anos em algumas regiões do Brasil (DOS ANJOS et al., 2018), esse crescimento tem sido observado devido a facilidade de comercialização, do transporte e do manejo das pequenas unidades produzidas. Além disso, para produtores que utilizam a irrigação ou estão em regiões climáticas favoráveis ao desenvolvimento das forragens, a venda do excedente de silagem produzido pode ser uma estratégia comercial (COELHO et al, 2018; MICHAEL et al., 2016), e a maior demanda por esse produto parte principalmente de pequenas propriedades.

Essa procura é em virtude dos pequenos produtores não possuírem mão de obra suficiente e qualificada, área disponível para plantio e disponibilidade de maquinário para o processo de ensilagem (DOS ANJOS et al., 2018; COELHO et al., 2018; DE LIMA et al., 2017), sendo a compra de silagem uma alternativa emergencial e estratégica, especialmente, em períodos secos do ano, quando ocorre baixa disponibilidade de forragem aos rebanhos. Além disso, existem outros motivos para a comercialização de silagens realocadas, tais como, condições climáticas adversas, eventuais problemas na produção de volumosos, falta de planejamento alimentar, baixa disponibilidade de forragem, erros de planejamento na produção de silagem, intensificação da produção (DE LIMA et al., 2017; MICHAEL et al., 2016), utilização na alimentação durante o transporte fluvial de bovinos exportados vivos, feiras e exposições agropecuárias, entre outros. Vale ressaltar, que a comercialização de silagem não é o único motivo para realocar.

A realocação também pode ocorrer dentro da própria propriedade, onde a forragem é ensilada em silos perto da área de colheita, facilitando o processo de abastecimento, e após abertura do silo essa silagem é realocada em estruturas menores e mais próximo ao fornecimento aos animais (CHEN; WEINBERG, 2014). Contudo, independente do motivo para realocar, durante esse processo podem ocorrer perdas fermentativas e de nutrientes devido as condições que a silagem é imposta na realocação. Desta forma, diversos são os fatores que

podem influenciar na qualidade de preservação da massa após a realocação, tais como, tempo de realocação, estrutura de armazenamento da silagem (silo convencional ou saco plástico), forma de recompactação e vedação, local de armazenamento dos sacos plásticos, tempo de estocagem, dentre outros.

O tempo de exposição ao ar é um dos principais fatores que vem sendo pesquisado, pois nesse processo a silagem pode ficar em meio aeróbio por horas ou até mesmo dias (CHEN; WEINBERG, 2014). A principal cultura utilizada no processo de realocação é o milho, que apresenta elevada susceptibilidade à deterioração aeróbia, principalmente no momento do desabastecimento do silo, por ser rico em substratos remanescentes do processo fermentativo. Os carboidratos solúveis residuais e o ácido lático são consumidos por microrganismos indesejáveis como leveduras e mofos, que se desenvolvem rapidamente na presença do oxigênio, aumentando a proporção de parede celular, com redução do valor nutritivo das silagens (MUCK, 2010), e consequentemente afetando o consumo pelos animais.

Tais situações foram observadas por Witchert et al. (1998) ao relatarem que silagens expostas ao ar por vários dias levaram a uma redução na ingestão de forragens de cerca de 10 a 20 % em comparação com a silagem fresca. Gerlach et al. (2013) observaram que ao expor silagens de milho por 8 dias em ambiente aeróbio, houve redução do consumo a partir do 4º dia de exposição e após o 8º dia, a redução média no consumo foi de 53% em comparação com silagens não expostas, havendo também um forte impacto na preferência das silagens não deterioradas pelas cabras. Whitlock et al. (2000) verificaram redução no consumo de matéria seca e na digestibilidade da matéria orgânica, proteína bruta e da fibra insolúvel em detergente neutro ao incluir em até 75% de silagem deteriorada na dieta dos animais, mas a partir de 25% de inclusão já foi possível constatar essas modificações.

Contudo, esses efeitos podem ser diferentes para as silagens realocadas, pois de acordo com Chen e Weinberg (2014), quando as silagens de milho são adequadamente preservadas no período de estocagem, a duração do processo de realocação tem pouco efeito sobre a qualidade e estabilidade aeróbia da massa, logo os efeitos da deterioração durante a exposição ao ar para a realocação não seriam significativos. Entretanto, esses mesmos autores afirmam que se bactérias homofermentativas, como as *Lactobacillus Plantarum*, forem inoculadas em forragens com adequado padrão de fermentação, com o milho, o tempo de realocação pode ser

um agravante, pois a fermentação será potencializada e conseqüentemente mais substratos serão produzidos favorecendo a proliferação de microrganismos deteriorados quando expostas as silagens ao meio aeróbio. Assim, a silagem deve ser movida para outro silo o mais rápido possível evitando o contato da massa por muitas horas com o meio aeróbio. Para manter essa anaerobiose após a relocação é importante que a silagem seja realocada em uma estrutura que favoreça esse meio.

A silagem realocada pode ser armazenada em silo convencional ou em sacos plásticos resistente. Atualmente existem no mercado uma grande variedade de sacos plásticos destinados ao armazenamento de silagens realocadas, esses variam quanto ao tamanho, espessura, porosidade, cor e material que é confeccionado. Um bom saco plástico deve cumprir algumas funções essenciais como: manter a anaerobiose do meio; evitar danos causados por efeitos meteorológicos e animais (BERNARDES et al., 2018; BORREANI et al., 2018); ser resistentes aos danos provocados por parte da cultura realocada; ser resistente a altas densidades e ao transporte, desta forma, reduzindo perdas durante a estocagem da silagem. O material mais utilizado na fabricação de sacos plásticos é o polietileno que apresenta permeabilidade ao oxigênio (BORREANI; TABACCO, 2014). Desta forma, após o abastecimento dos sacos é importante que eles sejam armazenados adequadamente para evitar perdas por deterioração, pois por mais que o fluxo de oxigênio durante o período de estocagem seja menos intenso, trocas gasosas com o ambiente iram ocorrer. Assim, a durabilidade da silagem realocada não depende somente do manejo durante a confecção, mas também da manipulação do produto após a compra.

O local de armazenamento dessas sacarias pode influenciar diretamente na qualidade de conservação da massa, visto que, os filmes plásticos são permeáveis ao oxigênio. Assim, quando os sacos são armazenados em local aberto, como no campo, a silagem está sujeita a influência de todas as condições ambientais, tais como, temperatura, radiação solar, pluviosidade, vento e umidade, além de pássaros e roedores que podem causar danos físicos nos plásticos (SILVA et al., 2019). Essas interferências ambientais podem intensificar o fluxo de oxigênio, calor e umidade para dentro do silo, proporcionando um ambiente favorável ao crescimento de microrganismos deterioradores durante a estocagem, ocasionando em maiores perdas na silagem. Vale ressaltar, que muitas vezes a silagem realocada é adquirida para ser

utilizada por um longo período, como em épocas secas do ano, onde a fase de estocagem acaba sendo prolongada.

Em relação ao tempo de armazenamento, não existe recomendação de quanto tempo a silagem pode permanecer armazenada após a realocação. No entanto, durante o processo de armazenamento podem ocorrer modificações no processo fermentativo e na composição química das silagens. Tais evidências foram constatadas por Sariçiçek et al. (2016), que observaram que o teor de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, cinzas e fibra bruta de silagens de milho diminuiu com o maior tempo de armazenamento, 202 dias. Der Bedrosian et al. (2012) observaram um aumento no teor de ácido acético, nitrogênio amoniacal, proteína solúvel e na digestibilidade do amido durante a estocagem de silagem de milho por 360 dias. Já Daniel et al. (2014) realizaram estudo de meta – análise e observaram que a estabilidade aeróbia aumentou até os 110 dias de armazenamento. Além disso, perdas de matéria seca também podem ocorrer durante a estocagem, ocasionadas principalmente por fermentações secundárias, produção de efluentes e infiltração do ar no silo. Contudo, essas informações foram obtidas para silagem não realocada, evidenciando a importância desses estudos para silagens realocadas

Diante do exposto, objetivou-se avaliar no experimento 1 o efeito do uso de *Lactobacillus plantarum* e os diferentes tempos de relocação sobre o consumo e digestibilidade da silagem de milho em ovinos e no experimento 2 o efeito do local e tempo de armazenamento sobre o perfil fermentativo e valor nutritivo de silagens de milho realocadas em sacos plásticos.

REFERÊNCIAS

- BERNARDES, T.F.; DANIEL, J.L.P.; ADESOGAN, A.T. et al. Silage review: Unique challenges of silages made in hot and cold regions. **Journal of Dairy Science**, v.101, p. 4001–4019, 2018.
- BORREANI, G.; TABACCO, E.; SCHMIDT, R. et al. Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. **Journal of Dairy Science**, v.101, p. 3952-3979, 2018.
- BORREANI, G.; TABACCO, E. Aerobic stability of maize silage stored under plastic films with different oxygen permeability. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 94, p. 2686-2690, 2014.

COELHO, M. M.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; KELLER, K, M.; DOS ANJOS, G.V.S.; OTTONI, D.; MICHEL, P.H.F.; JAYME, D.G. Chemical characteristics, aerobic stability, and microbiological counts in corn silage re-ensiled with bacterial inoculant. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, p. 1045-1052, 2018.

CHEN, Y.; WEINBERG, Z. G. The effect of relocation of whole-crop wheat and corn silages on their quality. **Journal of Dairy Science**, v. 97, p. 406–410, 2014.

DANIEL, J.L.P.; JUNGES, D.; NUSSIO, L.G. Alterações na qualidade de silagens de milho durante o armazenamento. *In*: JOBIM, C.C.; CECATO, U.; CANTO, M.W.; BANKUTI, F.I.(Ed.). SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 5., 2014. Maringá, 2014. **Anais[...].Maringá**, 2014. p.23-36.

DE LIMA, E.M.; GONÇALVES, L.C.; KELLER, K.M.; RODRIGUES, J.A. DOS S.; SANTOS, F.P.C.; MICHEL, P.H.F.; RAPOSO, V.S.; JAYME, D.G. Re-ensiling and its effects on chemical composition, in vitro digestibility, and quality of corn silage after different lengths of exposure to air. **Canadian Journal of Animal Science**, v.97, p.250-257, 2016.

DER BEDROSIAN, M. C.; NESTOR, K. E.; KUNG JR, L. The effects of hybrid, maturity and length of storage on the composition and nutritive value of corn silage. **Journal of Dairy Science**, v. 95, p.5115 –5126, 2012.

DOS ANJOS, G. V. S; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; KELLER, K. M.; COELHO M. M., MICHEL, P. H. F.; OTTONI, D., JAYME, D. G. Re-ensiling and inoculant application with *Lactobacillus plantarum* and *Propionibacterium acidipropionici* on sorghum silages. **Journal of Dairy Science**, v. 101, p.1-8, 2018.

GERLACH, K.; ROB, F.; WEIB, K.; BÜSCHER, W.; SÜDEKUM, K. Changes in maize silage fermentation products during aerobic deterioration and effects on dry matter intake by goats. **Agricultura and food Science**, v. 22, p.168-181, 2013.

MICHEL, P.H.F.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; KELLER, K.M.; RAPOSO, V.S.; LIMA, E.M.; SANTOS, F.P.C.; JAYME, D.G. Re-ensiling and inoculant application with *Lactobacillus plantarum* and *Propionibacterium acidipropionici* on sorghum silages. **Grass and Forage Science**, v.72, p.432-440, 2016.

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

SARIÇIÇEK, B. Z; YILDIRIM, B; KOCABAŞ, Z; ÖZGÜMÜŞ DEMİR, E. The effects of storage time on nutrient composition and silage quality parameters of corn silage made in plastic mini silo in laboratory conditions. **Journal of institute of science and technology**, v 6, p.177–183, 2016.

SILVA, T.C.; MENDONÇA, R.C.A.; SANTOS, R.I.R.; SOUZA, M.S.; QUEIROZ, A.C.M.; RÊGO, A.C. Realocação de silagens. *In: I Simpósio Paraibano de Conservação e Utilização de Forragens: tecnologias e inovações para a pecuária nordestina. Anais[...]Areia (PB) CCA/UFPB, 2019. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/SICONFOR/197693-REALOCACAO-DE-SILAGENS>>.*

WICHERT, B.; KIENZLE, E.; BAUFR, J.; Palatability and intake of silage in dairy cows, in relation to hygienic quality. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.80, p.253-259,1998.

WHITLOCK, L.A.; WISTUBA, T.; SIEFERS, M.K.; POPE, R.V.; BRENT, B.E.; BOLSEN, K.K. Effect of level of surface-spoiled silage on the nutritive value of corn silage-based rations. **Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports**, v.0, p.1993-2014, 200.

2. Experimento 1. Efeito da realocação na fermentação e composição de silagens de milho e no consumo e digestibilidade por ovinos

RESUMO

O objetivo desse estudo foi determinar o efeito do tempo de realocação e do uso de *L. plantarum* (1×10^5 ufc. g^{-1}) sobre os produtos da fermentação, composição química, consumo e digestibilidade de silagens de milho. As plantas de milho foram colhidas com 32,47% de MS e ensilado em 24 tambores plásticos de 200 L. Na avaliação das características das silagens o experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, enquanto no ensaio de metabolismo com animais, utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, sendo o critério de bloqueio peso vivo inicial dos ovinos de $17,5 \pm 1,83$ kg. Os tratamentos experimentais consistiram em: SM = silagem de milho (não inoculadas e não realocadas); R-12h = silagens realocadas por 12 horas; IR-12h = silagens inoculadas com *L. plantarum* e realocadas por 12 horas; e R-24h = silagens realocadas por 24 horas, todos com seis repetições. Os silos foram abertos após 30 dias da ensilagem e realocados por 12 ou 24 horas. As SM permaneceram armazenadas por 75 dias. Após 45 dias da realocação os demais silos foram abertos para avaliação dos produtos da fermentação, composição química, consumo e digestibilidade. O ensaio de consumo e digestibilidade teve duração de 21 dias, sendo 14 de adaptação e 7 dias de coleta. O teor de nitrogênio amoniacal (N-NH₃), bem como, a estabilidade aeróbia e as horas para atingir a temperatura máxima foram menores nas silagens R-12h, essas silagens apresentaram também maior temperatura máxima e amplitude do que silagens R-24h. Silagens R-12h apresentaram maior teor de matéria seca (MS) e menor teor da fibra em detergente neutro (FDN), quando comparadas com silagens com *L. plantarum* e R-12h. O consumo de extrato etéreo foi maior e o de FDN menor em silagens não realocadas, em comparação as silagens realocadas. Silagens de milho realocadas por 12h, independente do padrão fermentativo, como as do presente trabalho, e as expostas ao meio aeróbio por 24h, não comprometem a fermentação, composição química, digestibilidade das silagens e o consumo pelos ovinos.

Palavras-chave: deterioração. exposição aeróbia. *L. plantarum*. meio aeróbio. produtos fermentativos.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the effect of the time of relocation and the use of *L. plantarum* (1×10^5 ufc. g^{-1}) on the products of fermentation, chemical composition, intake and digestibility of corn silages. The corn plants were harvested with 32.47% DM and ensiled in 24 the 200 L plastic drums. In the evaluation of the characteristics of the silages, the experiment was conducted in a completely randomized design, while in the metabolism test with animals, the randomized block design, with the initial live weight of sheep being 17.5 ± 1.83 kg. The experimental treatments consisted of: SM = corn silage (not inoculated and not relocated); R-12h = silages relocated for 12 hours; IR-12h = silages inoculated with *L. plantarum* and relocated for 12 hours; and R-24h = silages relocated for 24 hours, all with six repetitions. The silos were opened after 30 days of silage and relocated for 12 or 24 hours. The SM remained in storage for 75 days. After 45 days of relocation, the remaining silos were opened to evaluate fermentation products, chemical composition, intake and digestibility. The intake and digestibility test lasted 21 days, with 14 days of adaptation and 7 days of collection. The ammoniacal nitrogen content (NH₃-N), as well as, the aerobic stability and the hours to reach the maximum temperature were lower in the silages R-12h, these silages also presented a higher maximum temperature and amplitude than silages R-24h. R-12h silages showed higher dry matter (DM) content and lower neutral detergent fiber (NDF) content, when compared to silages with *L. plantarum* and R-12h. The intake of ether extract was higher and that of NDF minor in non-relocated silages, compared to relocated silages. Corn silages relocated for 12 hours, regardless of the fermentation pattern, as in the present study, and those exposed to the aerobic medium for 24 hours, do not compromise fermentation, chemical composition, digestibility of silages and intake by sheep.

Keywords: deterioration. aerobic exposure. *L. plantarum*. aerobic means. fermentative products.

2.1 INTRODUÇÃO

A compra de silagem tem sido usada como alternativa emergencial e estratégica para suprir as demandas alimentares dos animais, principalmente em pequenas propriedades que não possuem mão de obra suficiente, disponibilidade de área e maquinário para conservar forragens (DOS ANJOS et al., 2018; COELHO et al., 2018; DE LIMA et al., 2016). O comércio de silagem realocada está se tornando cada vez mais comum na pecuária, especialmente em períodos secos do ano, quando ocorre baixa disponibilidade de forragem aos rebanhos. A prática de realocação é caracterizada pela produção da silagem de forma convencional, desabastecimento, transporte, recompactação e vedação em um novo silo. No entanto, ao mover a silagem para outra estrutura de armazenamento a massa é inevitavelmente exposta ao oxigênio por algumas horas ou até mesmo dias (CHEN; WEINBERG, 2014).

Durante a exposição aeróbia a silagem torna-se susceptível a deterioração, devido a proliferação de microrganismos indesejáveis presentes na massa (leveduras, mofos e bactérias aeróbias) que se desenvolvem consumindo os açúcares e ácidos da fermentação (BORREANI et al., 2018). As modificações que ocorrem tanto na fase anaeróbia no silo, como na exposição aeróbia podem aumentar a proporção de constituintes da parede celular, acarretando em perdas no valor nutritivo da silagem (TABACCO et al., 2011). Pequenos ruminantes são animais conhecidos por possuírem alta seletividade ao consumirem dietas. Desta forma, mudanças sutis nas características da silagem, ocasionadas pela exposição da silagem ao ar, podem alterar diretamente o consumo e refletir no desempenho desses animais.

Contudo, esses efeitos da exposição aeróbia precisam ser elucidados em silagens realocadas. De acordo com Chen e Weinberg (2014), quando as silagens são adequadamente preservadas no período de estocagem, a duração do processo de realocação tem pouco efeito sobre o valor nutritivo da massa. No entanto, em trabalhos realizados com silagem de milho não realocadas e expostas ao meio aeróbio por 8 dias é possível observar alterações no consumo pelas cabras a partir do 4º dia de exposição (GERLACH et al, 2013). Vale ressaltar, que essas alterações no consumo de silagens foram encontradas a partir de períodos mais prolongados de exposição aeróbia e por isso esses efeitos possivelmente não sejam encontrados em silagens realocadas com um curto tempo de exposição ao ar. Entretanto, o tempo de realocação pode ser um agravante quando um bom padrão fermentativo é induzido por inoculação de bactérias

homofermentativas, como cepas de *Lactobacillus plantarum* (CHEN; WEINBERG, 2014), devido ao aumento da concentração de ácido lático e conseguinte redução da estabilidade. A utilização de bactérias homofermentativas pode ser uma solução para melhorar o perfil fermentativo de silagens de plantas inteira de milho com 32,5 % da matéria seca (MS). O uso de *Lactobacillus plantarum* em silagens de milho aumentou o teor de ácido lático de 5,29% para 11,33%, em 15 dias de armazenamento, e também foi observado maior produção de CO₂ nas silagens com inoculante microbiano (FILYA,2003). Assim, quando silagens potencialmente fermentadas são expostas ao meio aeróbio são mais propícias a deterioração por terem mais substratos para os microrganismos indesejáveis se desenvolverem.

Desta forma, objetivamos avaliar o efeito dos diferentes tempos de relocação e do uso de *Lactobacillus plantarum* sobre o perfil fermentativo, composição química, digestibilidade das silagens de milho e consumo por ovinos.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Informações gerais

As silagens foram confeccionadas em uma propriedade rural localizada no município de Paragominas, Pará, a 03°02'2" latitude sul, 47°20'18" de longitude oeste e a aproximadamente 90 m de altitude. Segundo Köppen o clima da região é do tipo tropical chuvoso (Aw) com acentuado período de estiagem (ALVARES et al., 2014). A precipitação pluviométrica média anual é de 1742,9 mm, temperatura e umidade com valores médios anuais de 26,3 °C e 81%, respectivamente (BASTOS et al., 2006).

O ensaio com animais foi conduzido na Unidade de Estudos Metabólicos de Pequenos Ruminantes, da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), campus Belém, Pará, a 1° 27' 07" de latitude sul, 48° 26' 13" de longitude oeste, com aproximadamente 11 m de altitude. Segundo Köppen o clima da região é classificado como tropical úmido (Af), caracterizado por estações do ano não bem definidas. A precipitação pluviométrica anual média é de 2774,33 mm, com período chuvoso de dezembro a maio e menos chuvoso de junho a novembro. A temperatura média anual é de 26,9 °C e umidade relativa do ar em torno de 82% (ALVARES et al., 2014). Os procedimentos e as manipulações realizadas com os animais foram aprovados

pela comissão de ética no uso de animais (CEUA) da UFRA, protocolo nº 022/2016 (CEUA) e 23084.006712/2016-21 (UFRA).

2.2.2 Delineamento experimental e preparação das silagens

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado na avaliação das características da silagem. Enquanto o ensaio com os animais foi conduzido em delineamento em blocos casualizados. O critério para blocagem foi o peso vivo inicial dos ovinos de $17,5 \pm 1,83$ kg. Os tratamentos consistiram em: silagens de milho não inoculadas e não realocadas (SM); silagens de milho realocadas por 12 horas (R-12h); silagens de milho inoculadas com *L. plantarum* realocadas por 12 horas (IR-12h); e silagens de milho realocadas por 24 horas (R-24h). Cada tratamento foi ensilado com seis repetições, totalizando vinte e quatro unidades experimentais.

Utilizou-se o híbrido de milho PIONNER 30F90H[®], cultivado em espaçamento entre linhas de 60 cm e com 4 plantas por metro linear. A colheita das plantas inteiras de milho foi realizada quando os grãos estavam no estágio semiduro (32,5% de MS), com colhedora auto propelida (FX40, New Holland Agriculture, Italia), ajustada para colher a 40 cm de altura do solo, com picagem teórica da partícula de 2 cm. Após colheita, a forragem foi transportada até o local de abastecimento dos silos. A massa contida em uma única unidade transportadora foi despejada em cima de uma lona plástica formando uma pilha. Antes da ensilagem foi feita a amostragem da forragem em diversos pontos da pilha para caracterização do material (Tabela 1.1).

Tabela 1.1 – Composição química da forragem na ensilagem e das silagens antes da realocação.

Variáveis (%)	Forragem	Silagem	Silagem + <i>L.Plantarum</i>
MS	32,50	30,31	30,83
MO	96,00	95,04	96,06
PB	7,60	8,29	8,03
FDN	49,6	54,21	51,03
Ácido láctico	-	6,07	9,63
Ácido acético	-	4,03	3,64
Ácido propiônico	-	0,50	0,38

MS - matéria seca; MO - matéria orgânica; PB - proteína bruta; FDN - fibra insolúvel em detergente neutro.

O inoculante foi aplicado após a colheita, diluído em água destilada em temperatura ambiente, sendo utilizado uma taxa de 5 mL.kg^{-1} de forragem fresca. Aplicação foi realizada de acordo com a recomendação do fabricante, com adição de 1×10^5 ufc. g^{-1} de forragem de *Lactobacillus plantarum*, pulverizado de forma uniforme e homogeneizado com a massa de forragem manualmente. Como silos experimentais foram utilizados 24 tambores plásticos de 200 L, sendo colocado $125,7 \pm 2,3$ kg de forragem, atingindo densidade média de $628,5 \text{ kgMN/m}^3$. Ao término do abastecimento, os silos foram vedados com lona plástica dupla face de $200 \mu\text{m}$, e permaneceram armazenados por 30 dias em galpão coberto, exceto o tratamento controle, que permaneceu armazenado por 75 dias.

Após 30 dias da ensilagem, os silos foram desabastecidos e foi feita a amostragem das silagens para a caracterização da composição química do momento da abertura (Tabela 1.1). As silagens destinadas a realocação, foram expostas por repetição e em forma de pilha, também foram expostas silagens reservas para repor o volume da massa que pudesse ser perdida, principalmente por infiltração nas porções próximas a vedação dos silos. As silagens foram realocadas nos silos de origem de acordo com os tempos específicos para cada tratamento. Os silos foram abertos 45 dias após a realocação, totalizando 75 dias de armazenamento, e procedeu-se as avaliações da contagem microbiológica, produtos da fermentação, estabilidade aeróbia, composição química, consumo, digestibilidade, balanço de nitrogênio das silagens.

2.2.3 Contagem microbiológica e produtos da fermentação

A contagem microbiológica foi feita utilizando extrato aquoso formado a partir de 25 g de silagem e 225 ml de água peptonada, homogeneizado manualmente durante 3 minutos. Na contagem de leveduras e mofo foram feitas 7 diluições (10^{-2} até 10^{-8}), e a partir dessas foram realizadas as semeaduras utilizando a técnica de plaqueamento em superfície com o meio de cultura Potato Dextrose Agar (Sigma-Aldrich Brasil LTDA). Após incubação a $26 \text{ }^\circ\text{C}$ durante três e cinco dias para leveduras e mofos, respectivamente, foram contabilizadas as colônias separadamente, com base em características macromorfológicas. Para avaliação do pH foram utilizados 9,0 g de silagem, colocadas em um béquer com 60 mL de água destilada e após 30 minutos foi realizada a mensuração utilizando pHmetro de bancada (SILVA; QUEIROZ, 2002).

Um extrato aquoso foi preparado com 25 g de silagem e 300 mL de água deionizada e homogeneizado em homogeneizador Stomacher (MARCONI-MA 440 / CF; Piracicaba, São

Paulo, Brasil) para quantificação de ácidos lácticos (PRINCE, 1969) e ácidos graxos voláteis (acético, propiônico, butírico, isobutírico, valérico e isovalérico). O conteúdo de ácidos graxos voláteis foi analisado por meio de um cromatógrafo de gás acoplado a um espectrômetro de massa (GCMS QP 2010 plus, Shimadzu, Kyoto, Japão) e separados por uma coluna capilar (Stabilwas, Restek, Bellefonte, PA, EUA; 60 m, 0,25 mm, id, 0,25 m). Os ácidos orgânicos totais foram determinados a partir da soma da concentração de todos os ácidos avaliados. A relação entre o ácido láctico e o ácido acético (LA:AA) foi determinada dividindo a quantidade de ácido láctico pela de ácido acético.

Na análise do nitrogênio amoniacal (N-NH₃), foi adicionado 25,0 g de silagem em um recipiente (Erlenmeyer) contendo 200 mL de solução ácido sulfúrico (0,2 N, v.v.), deixado em repouso por 48 horas em geladeira (8 °C). Posteriormente, as amostras foram filtradas em papel filtro e foram adicionados 4 mL do extrato aquoso e 20 mL de água destilada em tubos de ensaio. A destilação foi realizada com 10 mL de hidróxido de potássio (2 N, p.v.) e 10 mL de ácido bórico 2%, p.v. (solução receptora). A titulação foi realizada com ácido clorídrico a 0,005 N, v.v. de acordo com o método nº 920.03 (AOAC, 1990).

2.2.4 Estabilidade aeróbia

Na avaliação da estabilidade aeróbia, foram colocados 1,5 kg de silagem em 24 baldes plásticos de 9 L. Os baldes foram mantidos em sala climatizada a uma temperatura de 21,8 °C ± 0,57 por 264 horas, sendo feita a mensuração da temperatura no ambiente e nas silagens a cada 30 minutos por meio de termômetros dataloggers introduzidos no centro da massa. A estabilidade aeróbia foi definida como o número de horas que a silagem permaneceu estável antes de atingir 2 °C acima da temperatura ambiente (MORAN et al., 1996). Com base nos dados, foram determinadas as seguintes variáveis: estabilidade aeróbia, temperatura máxima atingida pela silagem (TMax, °C), tempo para a silagem atingir a temperatura máxima (HTmax, horas) e a amplitude, calculada pela diferença entre a maior e menor temperatura observada na silagem durante o período de exposição aeróbia. O pH também foi mensurado durante as 264 horas, conforme metodologia descrita anteriormente.

2.2.5 Composição química

Na determinação da composição química das silagens as amostras foram pesadas e submetidas à pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar (55°C/72h), sendo

posteriormente moídas em moinho de faca tipo Wiley[®], com peneira com crivo de 1 mm de diâmetro. As concentrações de matéria seca (MS) (Método Oficial 934.01), matéria orgânica (MO) (Método Oficial 923.03), proteína bruta (PB) (Método Oficial 978.04) foram realizados segundo métodos oficiais da AOAC (1990). A fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) foi determinada em autoclave e utilizou-se alfa amilase termoestável (BARBOSA et al., 2015). O teor de extrato etéreo (EE) foi determinado em aparelho extrator de gordura modelo XT10-Ankom[®] (ANKOM, 2009), utilizou-se sacos de filtro ANKON XT4[®] reutilizados, esses foram previamente lavados com desengordurante e detergente neutro antes de serem utilizados. Os carboidratos não fibrosos (CNF) das silagens foram calculados conforme fórmula proposta por Sniffen et al. (1992) em que: $CNF = 100 - (PB + EE + FDN + MM)$.

2.2.6 Ensaio de consumo e digestibilidade

Foram utilizados 24 ovinos, machos, inteiros, Santa Inês, com peso corporal inicial de $17,5 \pm 1,83$ kg. As pesagens ocorreram no início e fim do experimento. Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas de madeira com área de $0,79 \text{ m}^2$ ($1,31 \times 0,60$ m), com piso ripado para facilitar a coleta das fezes. As mesmas eram providas de bebedouro, comedouro e saleiro. O período experimental teve duração de 21 dias, sendo 14 dias para adaptação dos animais as condições impostas e ajuste do consumo, e sete dias para coleta total de alimento fornecido, sobras, fezes e urina.

Os animais foram alimentados exclusivamente com silagem de milho, no qual, cada animal recebia silagem com base no tratamento imposto. A quantidade de silagem oferecida aos animais inicialmente foi calculada com base no consumo de 2,5 % do peso vivo, sendo ajustada diariamente, a partir do consumo do dia anterior, para permitir sobras de aproximadamente 10%. As silagens foram fornecidas *ad libitum* em dois períodos, as 08:00 e as 17:00 horas. Água e sal mineral também eram fornecidos à vontade, sendo repostos todos os dias.

Durante o período de coleta dos dados, a avaliação do consumo foi realizada por meio da pesagem e coleta diária do alimento fornecido e das sobras. As fezes foram coletadas diariamente em coletores plásticos, pesadas e homogeneizadas individualmente para retirada de amostras referentes a 10% do peso total. A urina foi colhida em baldes plásticos com tela separadora, com intuito de evitar a mistura com as fezes. Para coleta de urina, foram colocados

diariamente nos recipientes coletores 10 mL de ácido sulfúrico (10%) para evitar a fermentação e perdas de amônia por volatilização. As amostras de fornecido, sobras, fezes, foram acondicionadas em sacos plásticos e as de urina em embalagens de vidro, devidamente identificadas e armazenadas a -20 °C. Ao final do período de coleta foi feita a amostra composta dos dias de coleta por animal.

Foi determinado o teor de MS, MO, PB, FDN, CNF, FDNcp do fornecido, sobras e fezes, conforme metodologias descritas anteriormente, para avaliação do consumo e digestibilidade. No entanto, o teor de EE foi determinado pelo método de Randall (método 2003.05), conforme descrito pela AOAC (1990). O conteúdo de CNF foi calculado utilizando o FDNcp segundo Detman e Valadares Filho (2010). O consumo de MS, MO, PB, FDN, EE, CNF foi calculado pela diferença de cada fração do alimento fornecido e das sobras. A digestibilidade da MS, MO, PB, FDN, EE, CNF foi calculada pela diferença de cada fração do alimento consumido e das fezes, conforme equação: $(\text{Consumo (kg)} - \text{Fezes (kg)})/\text{Consumo (kg)} \times 100$. O percentual de nutrientes digestíveis totais (NDT%) foi determinado de acordo com NRC (2001), conforme equação: $(\text{CNDT (g/dia)}/\text{CMS (g/dia)}) \times 100$.

Nas amostras de urina foi determinado o teor de nitrogênio de acordo com a metodologia nº 941.04 (AOAC 1990), para o cálculo do balanço de nitrogênio (N), onde foram calculados o nitrogênio retido (NR), nitrogênio absorvido (NA) e o nitrogênio ingerido (NI) expresso em g/animal/dia e em g/UTM ($\text{PV}^{-0,75}$), conforme as equações (1), (2) e (3)

- (1) $\text{N ingerido} = \text{N ofertado} - \text{N sobras}$
- (2) $\text{N absorvido} = \text{N ingerido} - \text{N fezes}$
- (3) $\text{N retido} = \text{N ingerido} - (\text{N fezes} + \text{N urina})$

2.2.7 Análise estatística

Os dados de contagem microbiana, foram transformados para \log_{10} . A análise de variância dos dados foi realizada usando-se o programa estatístico R (R Core Team, 2019) e as médias dos parâmetros avaliados foram comparados com nível de significância de 5%, por meio de três contrastes: silagem de milho não realocada *versus* silagem de milho realocada (realocação); silagem de milho realocada por 12 horas *versus* silagem de milho realocada por 24 horas (tempo de realocação); e silagem de milho realocada por 12 horas *versus* silagem de milho inoculada com *Lactobacillus plantarum* e realocada por 12 horas (inoculação). Nos dados de pH na

estabilidade efetuou-se análise de variância e quando observada diferença as médias forma comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O modelo estatístico adotado nas avaliações de composição química, contagem microbiológica, produtos da fermentação, tempo em estabilidade aeróbia, temperatura máxima atingida pela silagem, tempo em horas para a silagem atingir a temperatura máxima e amplitude foi:

$$y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

Onde: y_{ij} = valor observado na unidade experimental referente ao tempo de realocação i , repetição j ; μ = efeito geral da média; t_i = efeito fixo do tratamento (tempo de realocação); e_{ij} = erro aleatório (resíduo) associado a cada observação.

O modelo estatístico adotado nas avaliações de consumo, digestibilidade e balanço de nitrogênio foi:

$$y_{ij} = \mu + b_j + t_i + e_{ij}$$

Onde: y_{ij} = valor observado na unidade experimental referente ao tempo de realocação i , bloco j (agrupados por peso); μ = efeito geral da média; b_j = efeito do bloco (peso dos animais); t_i = efeito do tempo de realocação i ; e_{ij} = erro aleatório (resíduo) associado a cada observação.

O modelo estatístico adotado para as avaliações de pH na estabilidade foi:

$$y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + e_{ijk}$$

Onde: y_{ijk} = k – ésima resposta que recebeu o i – ésimo nível das silagens realocadas ou não (fator A) e o j – ésimo nível do tempo de exposição aeróbia na estabilidade (fator B); μ = efeito geral da média; A_i = efeito do i – ésimo nível das silagens realocadas ou não; B_j = efeito do j – ésimo nível do tempo de exposição aeróbia na estabilidade; $(AB)_{ij}$ = efeito da interação do i – ésimo nível das silagens realocadas ou não com o efeito do j – ésimo nível do tempo de exposição aeróbia na estabilidade; e_{ijk} = erro aleatório (resíduo) associado a cada observação

2.3 RESULTADOS

A realocação, o tempo de realocação e o uso de *L.plantarum* não afetaram ($P>0,05$) pH, ácidos orgânicos (lático, acético e propiônico), ácidos orgânicos totais e relação ácido lático:acético das silagens (Tabela 1.2). As silagens apresentaram crescimento de leveduras e

mofos abaixo de 2,0 log UFC g⁻¹. Não foram detectadas nas silagens ácido butírico, isobutírico, valérico e isovalérico.

Não houve diferença ($P=0,13$) no teor de N-NH₃ ao comparar silagens de milho realocadas com silagens de milho não realocadas (Tabela 1.2). Em silagens de milho realocadas por 24h foi observado maior ($P < 0,01$) teor de N-NH₃ quando compradas com silagens de milho realocadas por 12h. Não houve diferença ($P = 0,10$) no teor de N-NH₃ ao comparar silagens de milho inoculadas com *L. plantarum* e realocadas por 12h com silagens de milho realocadas por 12h.

Não foi observado diferença ($P>0,05$) na estabilidade aeróbia, Tmax, HTmax e amplitude ao comparar silagens de milho realocadas com silagens de milho não realocadas (Tabela 1 2). Em silagens de milho realocadas por 12h foi observado menor ($P<0,05$) tempo em estabilidade (48,82 horas), temperatura máxima mais elevada (31,0 °C), menor tempo para atingir a temperatura máxima (92,67 horas), e maior amplitude (9,5 °C) entre a temperatura máxima e ambiente, quando comparadas com silagens de milho realocadas por 24h. Não houve diferença ($P>0,05$) sobre a estabilidade aeróbia, Tmax, HTmax e amplitude ao comparar silagens de milho com *L.plantarum* e realocadas 12h com silagens de milho realocadas por 12h.

Tabela 1.2 - Contagem microbiológica (log UFC¹ g⁻¹), produtos da fermentação (%MS) e estabilidade aeróbia (h) de silagens de milho inoculadas com *L. plantarum* e realocadas.

Variáveis	Silagens				EPM	Contraste (P)		
	SM	R-12h	IR-12h	R-24h		I	II	III
Levedura	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0		-	-	-
Mofo	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0		-	-	-
pH	3,56	3,62	3,65	3,71	0,04	0,05	0,17	0,61
Ácido láctico	3,58	4,82	5,13	4,02	0,90	0,31	0,42	0,80
Ácido acético	3,80	3,82	4,06	3,50	0,66	0,99	0,62	0,80
Ácido propiônico	0,86	0,61	0,70	0,81	0,14	0,36	0,39	0,68
Ácidos orgânicos totais	8,24	9,25	9,89	8,33	3,48	0,56	0,10	0,16
Ácido láctico: acético	0,94	1,26	1,24	1,15	0,53	0,12	0,19	0,48
N-NH ₃ (%NT)	7,06	7,84	6,90	8,97	0,39	0,13	<0,01	0,10
Estabilidade aeróbia (h)	60,50	50,83	46,80	67,00	5,46	0,39	0,02	0,62
Tmax (°C)	28,83	30,58	31,42	25,83	1,36	0,78	<0,01	0,67
HTmax (h)	104,67	109,50	75,83	179,33	16,7	0,39	<0,01	0,17
Amplitude (°C)	7,33	9,08	9,92	4,33	0,51	0,78	<0,01	0,67

UFC - unidade formadora de colônia; SM - silagens de milho não realocadas; R-12h - silagens de milho realocadas por 12h; IR-12h - silagens de milho inoculadas e realocadas por 12h; R-24h - silagens de milho

realocadas por 24h; EPM - erro padrão da média; I= silagem de milho não realocada *versus* realocada; II= silagens de milho realocadas por 12h *versus* por 24h; III= silagens de milho realocadas por 12h *versus* inoculadas e realocadas por 12h; N-NH₃ - nitrogênio amoniacal em porcentagem do nitrogênio total; Tmax - temperatura máxima; HTmax - tempo em horas para atingir a temperatura máxima.

Houve interação ($P<0,05$) entre as silagens \times tempo de exposição aeróbia sobre o pH na estabilidade. O pH das silagens não diferiram até as 144 horas de mensuração. Essa diferença foi observada somente em 168 horas de avaliação nas silagens realocadas por 24h que apresentaram um menor pH ($P<0,05$) em relação as demais silagens. Mesmo não ocorrendo diferença nos outros períodos de avaliação, o pH de todas as silagens continuou aumentando ao longo das 264 horas (Tabela 1.3).

Não houve diferença ($P>0,05$) na composição química ao comparar silagens de milho realocadas com as não realocadas (Tabela 1.4). Silagens realocadas por 24h apresentaram maior ($P=0,05$) teor de proteína, quando comparadas com silagens realocadas por 12h com média de 7,11%. Silagens de milho realocadas por 12h apresentaram maior teor de MS e menor de FDN, comparadas à silagens de milho com *L.plantarum* e realocadas por 12h.

Tabela 1.3 – Avaliação do pH na estabilidade aeróbia de silagens de milho inoculadas com *L.plantarum* e realocadas.

Horas	Silagens			
	SM	R-12h	IR-12h	R-24h
0	3,44 ^D	3,26 ^E	3,23 ^E	3,31 ^D
24	3,44 ^D	3,26 ^E	3,23 ^E	3,32 ^D
48	3,71 ^{CD}	3,71 ^{DE}	3,73 ^{DE}	3,82 ^{CD}
72	3,87 ^{CD}	3,90 ^{CDE}	4,02 ^{CDE}	3,89 ^{CD}
96	4,23 ^{BCD}	4,09 ^{BCDE}	4,31 ^{BCD}	3,99 ^{BCD}
120	4,43 ^{BC}	4,30 ^{BCD}	4,64 ^{ABC}	4,07 ^{BCD}
144	4,83 ^B	4,59 ^{BC}	5,00 ^{AB}	4,19 ^{ABC}
168	4,91 ^{Aba}	4,80 ^{Ba}	5,04 ^{Aba}	4,12 ^{ABCDB}
192	5,30 ^A	5,71 ^A	5,33 ^A	4,64 ^{ABC}
216	5,33 ^A	5,79 ^A	5,22 ^A	4,61 ^{ABC}
240	5,51 ^A	5,86 ^A	5,84 ^A	4,85 ^{AB}
264	5,56 ^A	6,44 ^A	5,67 ^A	4,97 ^A

SM - silagens de milho não realocadas; R-12h - silagens de milho realocadas por 12h; IR-12h - silagens de milho inoculadas e realocadas por 12h; R-24h - silagens de milho realocadas por 24h. Médias seguidas por diferentes letras, na coluna em maiúsculo e na linha em minúsculo, diferem pelo teste Tukey ($P<0,05$).

Tabela 1.4 - Composição química (%) de silagens de milho inoculadas com *L.plantarum* e realocadas.

Variáveis	Silagens					Contraste (P)		
	SM	R-12h	IR-12h	R-24h	EPM	I	II	III
MS	31,72	33,21	31,74	32,32	0,39	0,14	0,76	0,02
MO	96,18	96,23	96,07	95,98	0,08	0,41	0,13	0,19
PB	7,14	6,99	7,22	7,36	0,10	0,67	0,05	0,14
EE	2,90	2,50	2,41	2,64	0,31	0,32	0,64	0,86
FDN	56,10	53,09	58,96	57,55	1,78	0,84	0,49	0,03
CNF	30,02	33,65	30,06	28,53	1,40	0,66	0,07	0,10

SM - silagens de milho não realocadas; R-12h - silagens de milho realocadas por 12h; IR-12h - silagens de milho inoculadas e realocadas por 12h; R-24h - silagens de milho realocadas por 24h; I= silagem de milho não realocada *versus* realocada; II= silagens de milho realocadas por 12h *versus* por 24h; III= silagens de milho realocadas por 12h *versus* inoculadas e realocadas por 12h; MS - matéria seca; MO - matéria orgânica; PB - proteína bruta; EE - extrato etéreo; FDN - fibra insolúvel em detergente neutro; CNF - carboidratos não fibrosos.

Não houve efeito ($P>0,05$) da realocação, do tempo de realocação e do uso de *L.plantarum* sobre o consumo de MS, MO, PB, CNF e NDT pelos ovinos. O fornecimento de silagens não realocadas promoveu maior ($P<0,05$) consumo de extrato etéreo e menor ($P<0,05$) consumo de FDN (Tabela 1.5), em relação a silagens de milho realocadas. Ovinos alimentados com silagens realocadas por 12h apresentaram maior consumo de FDN (%PV e g/UTM), quando comparadas com silagens realocadas por 24h. A utilização de silagens inoculadas com *L. plantarum* e realocadas por 12h nas dietas de ovinos proporcionou maior ($P<0,05$) consumo de extrato etéreo (%PV e g/UTM), quando relacionadas com silagens realocadas por 12h.

A realocação, o tempo de realocação e o uso de *L. plantarum* não alteraram ($P > 0,05$) a digestibilidade da MS, MO, PB, EE, FDN, CNF e os nutrientes digestíveis totais das silagens (Tabela 1.6) e o balanço de nitrogênio dos ovinos (Tabela 1.7).

Tabela 1.5 - Consumo de silagens de milho inoculadas com *L.plantarum* e realocadas.

Variáveis	Silagens					Contraste (P)		
	SM	R-12h	IR-12h	R-24h	EPM	I	II	III
Consumo (g/d)								
MS	512,44	552,88	566,41	581,07	22,50	0,08	0,57	0,52
MO	493,42	531,22	544,84	557,94	21,74	0,09	0,59	0,51
PB	39,84	41,76	41,26	44,68	1,73	0,27	0,23	0,97
EE	16,78	15,35	13,44	16,03	0,71	0,03	0,12	0,13
FDN	200,67	235,66	236,58	225,88	8,72	<0,01	0,32	0,75
CNF	236,12	238,48	253,59	271,34	11,16	0,25	0,13	0,26
NDT	331,76	341,41	348,63	352,10	13,65	0,60	0,87	0,66
Consumo (%PV)								
MS	2,73	2,85	2,88	2,77	0,08	0,30	0,36	0,85
MO	2,63	2,74	2,77	2,66	0,08	0,31	0,35	0,82
PB	0,21	0,22	0,21	0,21	0,01	0,67	0,91	0,54
EE	0,09	0,08	0,07	0,08	<0,01	<0,01	0,24	<0,01
FDN	1,07	1,22	1,20	1,08	0,03	0,02	<0,01	0,73
CNF	1,26	1,23	1,29	1,29	0,04	0,89	0,51	0,31
NDT	1,77	1,76	1,78	1,68	0,09	0,75	0,43	0,91
Consumo (g/UTM)								
MS	56,78	59,81	60,55	59,28	1,67	0,16	0,64	0,69
MO	54,66	57,47	58,24	56,92	1,62	0,17	0,62	0,67
PB	4,41	4,52	4,41	4,56	0,12	0,63	0,62	0,64
EE	1,86	1,66	1,44	1,63	0,05	<0,01	0,26	0,01
FDN	22,25	25,53	25,31	23,05	0,66	<0,01	0,01	0,90
CNF	26,14	25,76	27,09	27,68	0,87	0,58	0,33	0,27
NDT	36,76	36,93	37,34	35,91	1,81	0,94	0,59	0,82

SM - silagens de milho não realocadas; R-12h - silagens de milho realocadas por 12h; IR-12h - silagens de milho inoculadas e realocadas por 12h; R-24h - silagens de milho realocadas por 24h; EPM - erro padrão da média; I= silagem de milho não realocada *versus* realocada; II= silagens de milho realocadas por 12h *versus* por 24h; III= silagens de milho realocadas por 12h *versus* inoculadas e realocadas por 12h; MS - matéria seca; MO - matéria orgânica; PB - proteína bruta; EE - extrato etéreo; FDN - fibra insolúvel em detergente neutro; CNF - carboidratos não fibrosos; NDT - nutrientes digestíveis totais; PV - peso vivo; UTM - unidade de tamanho metabólico.

Tabela 1.6 - Digestibilidade e nutrientes digestíveis totais (%) de silagens de milho com *L.plantarum* e realocadas.

Variáveis	Silagens					Contraste (P)		
	SM	R-12h	IR-12h	R-24h	EPM	I	II	III
Digestibilidade e NDT (%)								
MS	56,73	57,41	56,27	54,63	23,3	0,82	0,48	0,74
MO	55,21	55,34	54,28	52,51	24,0	0,69	0,48	0,77
PB	49,27	50,91	48,89	48,44	24,6	0,96	0,66	0,59
EE	92,84	92,24	89,93	92,94	19,7	0,65	0,48	0,42
FDN	48,88	52,34	52,60	52,94	35,4	0,38	0,92	0,96
CNF	75,81	69,00	70,41	71,56	23,5	0,07	0,53	0,74
NDT	64,89	61,70	61,84	60,18	23,4	0,19	0,61	0,96

SM - silagens de milho não realocadas; R-12h - silagens de milho realocadas por 12h; IR-12h - silagens de milho inoculadas e realocadas por 12h; R-24h - silagens de milho realocadas por 24h; EPM - erro padrão da média; I= silagem de milho não realocada *versus* realocada; II= silagens de milho realocadas por 12h *versus* por 24h; III= silagens de milho realocadas por 12h *versus* inoculadas e realocadas por 12h; MS - matéria seca; MO - matéria orgânica; PB - proteína bruta; EE - extrato etéreo; FDN - fibra insolúvel em detergente neutro; CNF - carboidratos não fibrosos; NDT - nutrientes digestíveis totais.

Tabela 1.7 - Balanço de nitrogênio de ovinos alimentados com silagens de milho com *L.plantarum* e realocadas.

Variáveis	Silagens					Contraste (P)		
	SM	R-12h	IR-12h	R-24h	EPM	I	II	III
Balanço de nitrogênio (g/d)								
Ni	6,38	6,66	6,61	7,18	0,27	0,27	0,19	0,90
Na	3,02	3,22	3,06	3,33	0,22	0,57	0,59	0,73
Nr	2,68	3,06	2,92	3,15	0,23	0,23	0,64	0,76
Balanço de nitrogênio (g/UTM ¹²)								
Ni	0,71	0,72	0,71	0,73	0,02	0,64	0,55	0,78
Na	0,34	0,33	0,31	0,32	0,02	0,39	0,92	0,53
Nr	0,30	0,35	0,33	0,34	0,02	0,90	1,00	0,56

SM - silagens de milho não realocadas; R-12h - silagens de milho realocadas por 12h; IR-12h - silagens de milho inoculadas e realocadas por 12h; R-24h - silagens de milho realocadas por 24h; EPM - erro padrão da média; I= silagem de milho não realocada *versus* realocada; II= silagens de milho realocadas por 12h *versus* por 24h; III= silagens de milho realocadas por 12h *versus* inoculadas e realocadas por 12h; Ni - nitrogênio ingerido; Na - nitrogênio absorvido; Nr - nitrogênio retido; UTM - unidade de tamanho metabólico.

2.4 DISCUSSÃO

O milho é a principal cultura destinada a produção de silagem no Brasil (BERNARDES;RÊGO, 2014), devido apresentar características favoráveis a ensilagem no momento do corte, tais como, alto potencial de produção de matéria seca, teor de matéria seca entre 30 a 35% (WIERSMA et al., 1993), carboidratos solúveis entre 13 a 18% (ALMEIDA

FILHO et al., 1999) e baixo poder tampão. As silagens mais susceptíveis a deterioração aeróbia durante o desabastecimento do silo são as com abundância em substratos oriundos do processo fermentativo, como o milho (ASHBELL et al., 2002). No entanto, apesar das silagens de milho serem mais propensas a deterioração quando expostas ao ar, o perfil de fermentação e o valor nutritivo das silagens de milho realocadas, independente do tempo de realocação, foram preservados nesse estudo. Essa conclusão foi tomada, pois silagens de milho bem fermentadas apresentam pH de 3,7 a 4,0, ácido láctico de 3 a 6, ácido acético de 1 a 3 (KUNG et al., 2018) e N-NH₃ abaixo de 12% (McDONALD et al., 1991), e todos os tratamentos testados nessa pesquisa estão dentro desses parâmetros, exceto para a variável ácido acético que foram obtidos valores acima dos encontrados na literatura.

As altas concentrações de ácido acético pode ter contribuído para inibir o crescimento de leveduras e mofos nas silagens. De acordo com Chen e Weinberg (2014), a qualidade da silagem realocada será mais afetada pelos produtos da fermentação e contagem de leveduras e mofos presentes na silagem, do que pelo tempo de realocação. Nesta pesquisa, a preservação da qualidade da silagem realocada está relacionada com as baixas contagens de leveduras e mofos. Os microrganismos indesejáveis são responsáveis pela deterioração aeróbia da silagem, pois consomem os açúcares e o ácido láctico remanescente da fermentação (BORREANI et al., 2018), assim quando a contagem de leveduras e mofos são reduzidas, às perdas oriundas da exposição aeróbia também são diminuídas. A pequena alteração encontrada no teor de N-NH₃, em função do tempo de realocação, indica maior proteólise nas silagens realocadas por 24h, o que não influenciou no padrão de fermentação dessas silagens, pois o teor de N-NH₃ continuou abaixo de 12%.

Apesar de não terem ocorrido grandes mudanças no perfil fermentativo das silagens em função do tempo de realocação, silagens realocadas por 12h são mais instáveis quando expostas ao oxigênio, devido essas silagens apresentarem possivelmente maior conteúdo de carboidratos solúveis residuais da fermentação, que são consumidos por microrganismos deterioradores produtores de calor elevando mais rapidamente a temperatura das silagens. Em contrapartida, os açúcares presentes em silagens realocadas por 24 h devem ter sido reduzidos durante a exposição aeróbia no momento da realocação, isso é comprovado porque essas silagens foram mais estáveis quando expostas por 264h ao meio aeróbio e apresentaram menor pH às 168h.

Após a exposição aeróbia o pH da silagem começa a aumentar devido a proliferação inicialmente de leveduras que consomem o ácido láctico presente na silagem (BORREANI et al., 2018), quando o pH fica acima de 4,5 os mofos também começam a crescer deteriorando ainda mais a silagem (MUCK, 2010). Desta forma, se a silagem não possui substratos suficientes para o desenvolvimento desses microrganismos a mesma não terá pH tão elevado e será mais estável.

Assim como os produtos fermentativos, a composição química também foi pouco afetada pelo tempo de realocação. O aumento no teor de PB em silagens realocadas por 24 h, pode estar relacionado ao baixo erro padrão da média dessa variável, onde pequenas variações entre os tratamentos puderam causar diferença estatística. Essas sucintas alterações na composição química da silagem, não causaram modificações expressivas no consumo de silagem pelos ovinos, pois o tempo em que essas silagens foram realocadas não foi suficiente para ocasionar perdas aeróbias reduzindo o valor nutritivo das silagens em estudo. Vale ressaltar, que a redução no consumo pelos animais é observada quando as silagens ficam expostas ao ar por mais horas, onde o processo de deterioração aeróbia é mais acentuado. Tais evidências foram observadas por Gerlach et al. (2013), que verificaram redução no consumo pelas cabras a partir do 4º dia de exposição aeróbia de silagens de milho. Em trabalhos já realizados com realocação é possível observar que o tempo de exposição aeróbia pouco afeta as características das silagens de milho, como constatado por De Lima et al. (2016), no qual, a composição, a qualidade e a estabilidade aeróbia de silagens de milho realocadas não foram alteradas após 48h de exposição ao ar. Entretanto, as diferenças sutis encontradas no consumo em ovinos devem ser pelo fato desses animais serem bastante seletivos, onde qualquer mudança organoléptica que possa ter ocorrido no alimento durante a exposição aeróbia pode ter influenciado na ingestão dos nutrientes.

Mesmo em silagens inoculadas com *L.plantarum* e realocadas por 12 h, os efeitos da exposição aeróbia não foram evidenciados. De acordo com Chen e Weinberg (2014), em silagens de boa qualidade, o tempo de realocação não é um agravante, porém se tratadas com uma bactéria homofermentativa torna-se muito mais susceptível a deterioração aeróbia, o que não foi confirmado em nosso estudo, provavelmente pelo tempo de exposição aeróbia das silagens com *L.plantarum* ter sido muito curto. A ausência de diferenças no balanço de nitrogênio dos animais reflete e demonstram a preservação da qualidade dessas silagens,

passando ou não pelo processo de realocação. Entretanto para garantir essa qualidade, atenção deve ser dada para que essas silagens sejam expostas a no máximo 48 horas, tempo em que as mesmas começam a ficar mais instáveis.

2.5 CONCLUSÃO

Silagens de milho realocadas por 12h, independente do padrão fermentativo, como as do presente trabalho, e as expostas ao meio aeróbio por 24h, não comprometem a fermentação, composição química, digestibilidade das silagens e o consumo pelos ovinos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA FILHO, S. L.; FONSECA, D.M.; GARCIA, R.; OBEID, J.A.; OLIVEIRA, J.S. Características agronômicas de cultivares de milho (*Zea mays* L.) e qualidade dos componentes e silage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p. 7-13, 1999.

A.O.A.C. (1990): **Association of official, chemists, official methods of analysis**. 15th Edition, Washington DC, U.S.A.

ASHBELL, G.; WEINBERG, Z.G.; HEN, Y.; FILYA, I. The effects of temperature on the aerobic stability of wheat and corn silagens. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, v.28, p. 261-263, 2002.

ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., GONÇALVES, J. L. M., SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711–728, 2014.

BARBOSA, M.M.; DETMAN, E. ROCHA, G.C.; FRANCO, M.O.; VALADARES FILHO, S.C.; Evaluation of laboratory prodedures to quantify the neutral detergent fiber content in forage, concetrare, and ruminant feces. **Journal Of AOAC International**, v.98, p. 883-889, 2015.

BASTOS, T. X.; SILVA, G. DE F. G.; PACHECO, N. A.; FIGUEIREDO, R. Informações agroclimáticas do município de Paragominas para o planejamento agrícola. **Embrapa Amazônia Oriental**, 6.p, 2006.

BERNARDES, T. F.; RÊGO, A. C. Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v 97, p. 1852–1861, 2014.

BORREANI, G.; TABACCO, E.; SCHMIDT, R. et al. Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. **Journal of Dairy Science**, v.101, p. 3952-3979, 2018.

COELHO, M. M.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; KELLER, K.M.; DOS ANJOS, G.V.S.; OTTONI, D.; MICHEL, P.H.F.; JAYME, D.G. Chemical characteristics, aerobic stability, and microbiological counts in corn silage re-ensiled with bacterial inoculant. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, p. 1045-1052, 2018.

CHEN, Y.; WEINBERG, Z. G. The effect of relocation of whole-crop wheat and corn silages on their quality. **Journal of Dairy Science**, v. 97, p. 406–410, 2014.

DE LIMA, E.M.; GONÇALVES, L.C.; KELLER, K.M.; RODRIGUES, J.A. DOS S.; SANTOS, F.P.C.; MICHEL, P.H.F.; RAPOSO, V.S.; JAYME, D.G. Re-ensiling and its effects on chemical composition, in vitro digestibility, and quality of corn silage after different lengths of exposure to air. **Canadian Journal of Animal Science**, v.97, p.250-257, 2016.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**, v.62, p. 980–984, 2010.

DOS ANJOS, G. V. S.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; KELLER, K. M.; COELHO M. M., MICHEL, P. H. F.; OTTONI, D., JAYME, D. G. Re-ensiling and inoculant application with *Lactobacillus plantarum* and *Propionibacterium acidipropionici* on sorghum silages. **Journal of Dairy Science**, v. 101, p.1-8, 2018.

FILYA, I. The effect of *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* on the fermentation, aerobic stability, and ruminal degradability of low dry matter corn and sorghum silages. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 3575-3581, 2003.

GERLACH, K.; ROB, F.; WEIB, K.; BÜSCHER, W.; SÜDEKUM, K. Changes in maize silage fermentation products during aerobic deterioration and effects on dry matter intake by goats. **Agricultura and food Science**, v. 22, p.168-181, 2013.

MCDONALD, P.; HENDERSON A.R.; HERON S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed 1991; 339, 1991. Marlow: Chalcombe Publications.

KUNG, L.; SHAVER, R. D.; GRANT, R. J.; SCHMIDT, R. J. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. **Journal of Dairy Science**, v. 101, p. 4020–4033, 2018.

MORAN, J. P.; WEINBERG, Z. G.; ASHBELL, G.; CHEN, Y.; OWEN, T. R. A comparison of two methods for the evaluation of the aerobic stability of whole crop wheat silage. *In Proc. XI Int. Silage Conf. Univ. of Wales, Aberystwyth, UK. 1996. p.162–163.*

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. (2001) **Nutrient requirements of dairy cattle**, 7th edn (rev.). Washington, DC, USA: National Academy Press.

PRYCE, J. D. A modification of Barker-Summerson method for determination of lactic acid. **Analyst**, v. 94, p.1151-1152, 1969.

R Core Team (2019). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.

TABACCO, E.; RIGHI, F.; QUARANTELLI, A.; BORREANI, G. Dry matter and nutritional losses during aerobic deterioration of corn and sorghum silages as influence by different lactic acid bacteria inocula. **Journal of Dairy Science**, v. 94, p. 1409-1419, 2011.

WIERSMA, D. W.; CARTER, P. R.; ALBRECHT, K. A.; COORS, J. G. Kernel milkline stage and corn forage yield, quality, and dry matter content. **Journal of Production Agriculture**, v 6, p. 23-99, 1993.

3 Experimento 2. Efeito do local de armazenamento e tempo de estocagem de silagens de milho realocadas em sacos plásticos.

RESUMO

Objetivou-se com esse estudo determinar o efeito do local de armazenamento e do tempo de estocagem sobre produtos fermentativos e valor nutritivo de silagens de milho realocadas em sacos plásticos. O milho foi colhido com 32,16% de MS. Como silos experimentais foram usados 40 sacos plásticos de 50 L apropriados para estocagem de silagem. O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2×5 , com sacarias armazenadas em duas formas (com ou sem cobertura) e com cinco tempos de estocagem (10; 30; 60; 90 ou 120 dias), com quatro repetições por tratamento. O milho foi ensilado em silo trincheira e a abertura ocorreu após 210 dias da vedação, e depois de 15 dias a silagem foi realocada. Os sacos com as silagens foram mantidos dentro ou fora do galpão e foram abertos nos diferentes tempos. Em cada abertura foram determinados os produtos fermentativos, contagem microbiológica, estabilidade aeróbia e composição química das silagens. Houve interação entre o local de armazenamento \times tempo de estocagem sobre a temperatura da porção do meio, pH, contagem de mofo e levedura, ácidos láctico, acético, propiônico e butírico, teor de nitrogênio amoniacal (N-NH₃), amplitude, proteína bruta (PB), digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). Houve efeito quadrático do tempo de estocagem sobre a contagem de mofos de silagens em sacos dispostos em local com cobertura. A população de leveduras reduziu linearmente em função do tempo de estocagem de silagens em sacos mantidos em local coberto. A concentração de ácido láctico e acético aumentou linearmente com o tempo de estocagem de silagens em sacos mantidos em local sem cobertura. Houve efeito quadrático do tempo de estocagem sobre o teor de PB, DIVMS e linear crescente no teor N-NH₃ de silagens em sacos armazenados em local sem cobertura. Nas silagens em sacos mantidos em local coberto houve efeito linear crescente sobre a DIVMS e cúbico para PB, em função do tempo. Houve efeito do local de armazenamento sobre a contagem de bactérias ácido lácticas (BAL), estabilidade aeróbia, temperatura máxima (TMax), horas para atingir a (HTmax) e matéria seca (MS). Silagens em sacos armazenados em local com cobertura apresentam maior estabilidade aeróbia e HTmax, enquanto nas em local sem cobertura foi

observado maior contagem de BAL e Tmax. Foi observado efeito quadrático em função do tempo de estocagem sobre a contagem BAL, estabilidade aeróbia, Tmax, HTmax, MS e MO de silagens de milho realocadas. Silagens em sacos mantidos em local aberto apresentaram maior dissipação de calor e coloração escura, sendo essas características de material deteriorado. As silagens realocadas devem ser estocadas por 30 dias em sacos armazenados em galpão.

Palavras – chave: deterioração. digestibilidade. produtos fermentativos. filme plásticos.

ABSTRACT

When the silage is relocated in plastic bags, care should be taken not to keep the bags in an inappropriate place, where environmental conditions or physical damage may occur, causing a reduction in the storage time of the silages, due to the faster deterioration of the product. Thus, the aim of this study was to determine the effect of storage location and storage time on fermentative products and nutritional value of corn silages relocated in plastic bags. The corn was harvested with 32.16% DM. As experimental silos were used 40 plastic bags of 50 L suitable for silage storage. The experiment was conducted in a completely randomized design, in a 2×5 factorial scheme, with sacks stored in two forms (with or without cover) and with five storage times (10; 30; 60; 90 or 120 days), with four repetitions per treatment. The corn was ensiled in a trench silo and the opening occurred 210 days after sealing, and after 15 days the silage was relocated. The bags with silages were kept inside or outside the house and were opened at different times. In each opening the fermentative products, microbiological count, aerobic stability and chemical composition of the silages were determined. There was interaction between the storage location \times storage time on the temperature of the medium portion, pH, mold and yeast count, lactic, acetic, propionic and butyric acids, ammoniacal nitrogen content (NH₃-N), amplitude, crude protein (CP), *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD). There was a quadratic effect of the storage time on the silage mold count in bags arranged in a covered area. The yeast population decreased linearly as a function of the storage time of silages in bags kept in a covered place. The concentration of lactic and acetic acid increased linearly with the storage time of silages in bags kept in a place without cover. There was a quadratic effect of storage time on the content of CP, IVDMD and linear increase in the NH₃-N content of silages in bags stored in a place without cover. In bag silages kept in a covered place, there was an increasing linear effect on IVDMD and cubic for CP, as a function of time. There was an effect of the storage location on the count of lactic acid bacteria (LAB), aerobic stability (AE), maximum temperature (maxT), hours to reach (maxTH) and dry matter (DM). Bag silages stored in a covered place have higher AE and maxTH, while in silages in a place without cover, a higher LAB and maxT count was observed. A quadratic effect was observed as a function of storage time on the LAB, AE, maxT, maxTH, DM and OM counts of reallocated corn silages. Bag silages kept in an open place showed greater heat dissipation

and dark color, these characteristics being deteriorated material. Relocated silages must be stored for 30 days in bags stored in a shed.

Keywords: deterioration. digestibility. fermentative products. plastic film.

3.1 INTRODUÇÃO

A comercialização de silagem realocada parte principalmente de pequenos produtores que não possuem mão de obra, área e maquinário para ensilagem (DOS ANJOS et al., 2018; COELHO et al., 2018; DE LIMA et al., 2016), se tornando uma alternativa emergencial e estratégica quando ocorre baixa disponibilidade de forragem aos rebanhos, como em períodos secos do ano. Além disso, a compra de silagem pode ser uma possibilidade para produtores que enfrentam erros de planejamento quanto à necessidade de consumo de alimento pelos animais (DE LIMA et al., 2016; MICHEL et al., 2016). É observado também a utilização de silagem realocada como fonte de alimentação dos animais durante o transporte fluvial de bovinos exportados vivos, feiras e exposições agropecuárias. A prática da realocação resumisse na produção da silagem na forma convencional, em silos trincheira ou superfície, seguida do desabastecimento, transporte, recompactação e vedação em um novo silo (CHEN; WEINBERG, 2014). Dentre as principais estruturas usadas para a realocação de silagens, os sacos plásticos resistentes destacam-se por facilitar a comercialização de lotes, rápido abastecimento e redução do tempo de exposição das silagens ao ar.

Os sacos plásticos utilizados na realocação de silagem variam quanto a tamanho, espessura, porosidade, cor e material que é confeccionado. No entanto, ao escolher o saco plástico se deve atentar para que esse cumpra algumas funções essenciais: manter a anaerobiose do meio; evitar danos causados por efeitos meteorológicos e animais (BERNARDES et al., 2018; BORREANI et al., 2018); ser resistentes aos danos provocados por parte da cultura realocada; ser resistente a altas densidades e ao transporte. O material mais utilizado na fabricação de sacos plásticos é o polietileno que apresenta permeabilidade ao oxigênio (BORREANI et al., 2014). Desta forma, após o abastecimento dos sacos é importante que sejam armazenados adequadamente para evitar perdas por deterioração, pois, por mais que o fluxo de oxigênio durante o período de estocagem seja menos intenso, trocas gasosas com o ambiente podem ocorrer.

A permeabilidade ao oxigênio dos filmes plástico aumenta quando esses entram em contato direto com a radiação solar, devido a capacidade de absorver calor, causando dilatação dos micrósoros (TABACCO; BORREANI, 2002) e conseqüentemente maior será a infiltração de ar para dentro do silo. Desta forma, quando os sacos são armazenados no campo ficam

expostos as condições ambientais, tais como, temperatura, radiação solar, vento, chuvas e umidade, além de pássaros e roedores que podem ocasionar danos físicos aos plásticos, esses fatores podem intensificar a troca de fluxo de oxigênio, calor e umidade da silagem com o ambiente, proporcionando um meio favorável ao crescimento de microrganismos deterioradores. Além disso, climas quentes e úmidos também podem acelerar o processo de deterioração aeróbia, devido a maior probabilidade de aumentar o crescimento de fungos (BERNARDES et al., 2018). Vale ressaltar, que muitas vezes a silagem realocada é adquirida em grande quantidade para ser utilizada por um longo período, como em épocas secas do ano, onde a fase de estocagem provavelmente é prolongada.

O tempo de estocagem é outro fator limitante após a aquisição desse produto, aliás uma das principais questões refere-se ao tempo que essa silagem pode permanecer estocada em sacos plásticos. Ainda não existe uma recomendação nesse sentido, pois dependerá de uma série de fatores que vão desde a escolha da cultura até o manejo no processo de realocação. No entanto, sabe-se que durante o tempo de armazenamento podem ocorrer modificações no processo fermentativo e na composição química da silagem (SARIÇIÇEK et al., 2016). Entretanto, essas informações foram obtidas para silagens não realocada, evidenciado a necessidade de estudos para silagens realocadas. Assim, objetivou-se com esse estudo determinar o efeito do local de armazenamento das sacarias e do tempo de estocagem sobre a contagem microbiológica, produtos da fermentação, estabilidade aeróbia e composição química de silagens milho realocadas em sacos plásticos.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Informações gerais

As silagens foram confeccionadas em uma propriedade rural localizada no município de Paragominas, Pará, a 03°02'2" latitude sul, 47°20'18" de longitude oeste e a aproximadamente 90 m de altitude. Segundo Köppen o clima da região é do tipo tropical chuvoso (Aw) com acentuado período de estiagem. A precipitação pluviométrica média anual é de 1742,9 mm e a distribuição de chuvas é definida em quatro períodos: chuvoso, entre fevereiro e maio; estiagem em junho; seco entre julho a novembro; transição entre dezembro e janeiro, obtendo-se

temperatura e umidade elevadas o ano todo, com valores médios anuais 26,3°C e 81%, respectivamente (BASTOS et al., 2006).

Após a realocação, as silagens em sacos plásticos foram armazenadas no setor de forragicultura da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), campus Belém, Pará, a 1° 27' 07'' de latitude sul, 48° 26' 13'' de longitude oeste, com aproximadamente 11 m de altitude. Segundo Köppen o clima da região é classificado como tropical úmido (Af), caracterizado por estações do ano não bem definidas. A precipitação pluviométrica anual média é de 2774,33 mm, com período chuvoso de dezembro a maio e menos chuvoso de junho a novembro. A temperatura média anual é de 26,9 °C e umidade relativa do ar em torno de 82% (ALVARES et al., 2014).

3.2.2 Delineamento experimental e preparo das silagens

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 5, com dois locais de armazenamento das sacarias (com e sem cobertura) e com cinco tempos de estocagem (10, 30, 60, 90 e 120). Cada tratamento foi realocado com quatro repetições, totalizando quarenta unidades experimentais.

Utilizou-se o híbrido de milho DEKALB 177, cultivado com espaçamento entre plantas de 30 cm e linhas 50 cm com 3 plantas por metro. O milho foi colhido quando os grãos das plantas estavam no estágio semiduro (teor de MS de 32,16%, MO de 96,88%, PB de 5,30%, EE de 1,78%, FDN de 41,13%, Amido de 20,43% e DIVMS de 50,97%), com colhedora auto propelida (FX40, New Holland Agriculture, Italia) ajustada para uma altura de corte de 45 cm do solo, com tamanho de partícula entre 1 a 2 cm.

O milho foi ensilado em silo tipo trincheira (50 m de comprimento), sendo compactado de forma mecânica com o auxílio de um trator. A área de posterior retirada da silagem para realocação foi delimitada com estacas na lateral do silo, com espaço de 10 m do início do silo, nesse local foram colocados cinco sacos traçadores com 4 kg de forragem, no qual, foram distribuídos na superfície, meio e final do painel. Completado o abastecimento o silo foi vedado com lona dupla face.

O silo foi aberto após 210 dias, e depois de 15 dias da abertura, retirou-se os sacos traçadores que foram pesados e a silagem contida nos mesmos foi amostrada para determinar as perdas de matéria seca (Figura 2.1). A silagem destinada à realocada foi retirada da área

anteriormente demarcada com o auxílio de um trator. Antes da realocação a silagem já estava sendo fornecida para os animais em confinamento, onde a taxa de retira diária era de 0,66 cm/dia. A realocação foi realizada no período da manhã, após o trato dos animais, desta forma, antes da realocação o painel do silo ficou exposto ao oxigênio por 12h. A realocação foi feita por repetição e para facilitar o abastecimento dos sacos foram formadas quatro pilhas, referente a cada repetição, uma mesma pilha era constituída de porções diferentes (superfície, meio e fundo) do painel do silo. Em cada unidade experimental foram adicionados $43,31 \pm 0,80$ kg de silagem, atingindo densidade de $210,23 \pm 3,87$ kgMS/m³. A realocação teve duração de 2h, assim o tempo total de exposição da massa ao meio aeróbio foi de 14h. Durante a realocação foram mensuradas temperaturas internas e superficiais, utilizando termômetro digital e de infravermelho, respectivamente, do painel do silo e das pilhas, no início e no final do processo para caracterização do material (Tabela 2.1). A temperatura ambiente durante a realocação foi de $30,2 \pm 2,66$ °C.

Figure 2.1- Recuperação de matéria seca (%) de silagens de milho confeccionadas em silo trincheira.

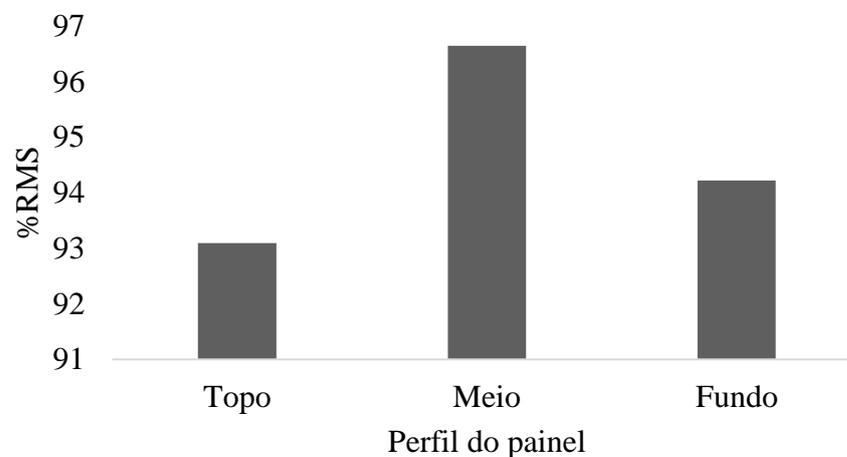


Tabela 2.1 - Temperaturas do painel e das pilhas durante a realocação das silagens de milho.

Temperatura do painel com termômetro de espeto (°C)			
Topo	Abaixo do topo	Meio	Fundo
31,6	32,4	34,8	33,4
Temperatura do painel com termômetro de infravermelho (°C)			
Topo	Abaixo do topo	Meio	Fundo
26,8	29,2	29,9	27,9
Temperatura interna das pilhas com termômetro de espeto (°C)			
R1	R2	R3	R4
36,7	34,9	34,9	33,9

R - repetição

As silagens foram realocadas em sacos plásticos resistentes de 50 L, com coloração verde claro e espessura de 200 µm. A recompactação foi feita de forma manual e a vedação com lacre apropriado. No momento da realocação foram coletados 400 g de silagem de cada saco para caracterização da composição química (Tabela 2.2) e ácidos orgânicos (Tabela 2.3). Além disso, de cada pilha foram coletados 200 g de silagem para avaliar a contagem microbiológica e 1,5 kg para determinar a estabilidade aeróbia da silagem na realocação (Tabela 2.3 e Figura 2.2). Na avaliação da estabilidade aeróbia as silagens foram mantidas em sala com temperatura controlada a $22,2 \pm 0,52$ °C por 10 dias.

Tabela 2.2 - Composição química (%) de silagens de milho antes da realocação.

Silagens	MS ¹	MO ²	PB ³	EE ⁴	FDN ⁵
CC 10 ⁶	31,24	95,91	5,65	2,79	44,81
CC 30	30,84	95,84	5,76	2,77	45,22
CC 60	30,54	96,24	5,95	2,41	44,70
CC 90	31,37	96,28	6,00	2,73	42,24
CC 120	30,28	96,20	5,93	2,25	41,22
SC 10 ⁷	30,88	96,21	6,07	2,21	44,91
SC 30	31,48	96,02	6,01	1,64	44,68
SC 60	32,08	96,18	6,00	1,62	43,93
SC 90	30,32	96,08	5,67	1,69	44,81
SC 120	30,06	96,47	6,10	2,54	45,51

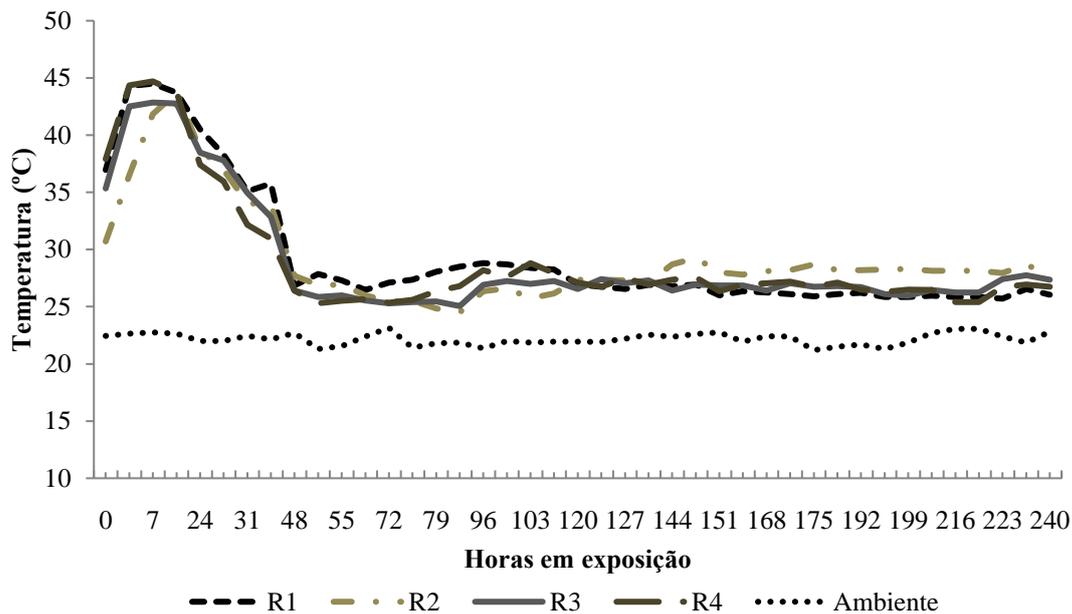
MS - matéria seca; MO - matéria orgânica; PB - proteína bruta; EE - extrato etéreo; FDN - fibra insolúvel em detergente neutro; CC - com cobertura; SC - sem cobertura.

Tabela 2.3 - Produtos da fermentação e estabilidade aeróbia das silagens de milho antes da realocação.

Contagem microbiológica e pH				
Itens	R1 ¹	R2	R3	R4
Mofo (log UFC g-1)	5,76	5,91	4,38	3,85
Levedura (log UFC g-1)	5,14	4,48	3,76	2,72
pH	3,98	3,96	3,97	3,94
Ácidos orgânicos (%MS)				
Ácido láctico	10,80	11,52	10,42	9,96
Ácido acético	1,40	1,63	1,34	1,40
Ácido propiônico	0,39	0,50	0,43	0,54
Ácido butírico	-	-	-	-
Lático:Acético	7,71	7,06	7,78	7,12
Estabilidade aeróbia				
Tmax (°C)	44,50	43,70	42,85	44,70
HTmax (h)	7,00	10,00	7,00	7,00
Amplitude (°C)	22,30	21,50	20,70	22,50
Digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) e amido %				
DIVMS	52,45	58,39	54,44	54,52
Amido	22,26	22,26	26,06	26,16

R – repetições; UFC - unidade formadora de colônia; Tmax - temperatur máxima; HTmax - tempo em horas para atingir a temperatura máxima.

Figure 2.2 - Estabilidade aeróbia de silagens de milho antes da realocação.



Os sacos com as silagens realocadas ficaram armazenados dentro e fora do galpão e abertos em diferentes tempos. O galpão era de alvenaria, coberto com telha brazilit e aberto nas laterais. O lado de fora do galpão era para simular uma situação de campo, nesse ambiente os sacos ficavam em contato direto com solo e sem proteção contra as condições climáticas. Vale ressaltar, que os sacos ficaram organizados verticalmente em 4 filas. Os sacos ficaram em posição vertical para diminuir a zona de contato com o solo, afim de reduzir a deterioração na massa (BISAGLIA et al., 2011). Em cada abertura, antes do início das coletas, era descartado a porção visivelmente deteriorada e a silagem era homogeneizada.

3.2.3 Avaliações termográficas

A temperatura no momento da abertura das silagens realocadas foi avaliada com um termômetro digital introduzido na superfície, meio e fundo do saco. As imagens termográficas foram coletadas e armazenadas em câmera termográfica de infravermelho (Flir TG-165) por meio de varredura por termografia em cada unidade experimental, sendo coletadas imagens dos sacos fechados e depois abertos, totalizando 80 registros. Antes da coleta de imagens a

emissividade da câmara foi ajustada para 0,95 de acordo com recomendado por Stabentheiner et al. (1987) e os registros fotográficos foram feitos a 1 m entre o equipamento e a silagem.

3.2.4 Contagem microbiológica e produtos da fermentação

Para a contagem microbiológica foi feito um extrato aquoso (1:10) contendo 25 g de silagem e 225 ml de água peptonada, homogeneizado manualmente durante 3 minutos. Na contagem de mofo, levedura, e bactérias ácido lácticas (BAL) foram feitas cinco diluições, a partir dessas foram realizadas as semeaduras utilizando a técnica de plaqueamento “pour-plate”. Foi utilizado o meio de cultura Potato Dextrose Agar (Sigma-Aldrich Brasil LTDA) para crescimento de levedura e mofo, já para BAL foi utilizado meio de cultura MRS Agar. Após incubação em câmara BOD a 26 °C durante três e cinco dias para levedura e mofo, respectivamente, e a 35 °C por três dias para BAL, foram contabilizadas as colônias separadamente, com base em características macromorfológicas. Após a contagem microbiana, os resultados foram transformados para \log_{10} visando a obter distribuição normal dos dados. O pH da silagem foi mensurado a partir do extrato aquoso formado por 25 g de silagem para 100 mL de água destilada e após 15 min de repouso foi feita a leitura utilizando um pHmetro de bancada (BERNARDES et al., 2019).

Na determinação dos ácidos orgânicos (lático, acético, propiônico, butírico, isobutírico, valérico e isovalérico) foram pesados 30 g de silagem para 270 mL de água destilada e o material foi filtrado em filtro apropriado, sendo realizada 3 filtrações. A leitura dos ácidos foi feita em cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) (modelo Shimadzu LC-10Ai; Shimadzu Corp., Tóquio, Japão) equipado com um sistema duplo de detecção, que consiste em um detector de radiação ultravioleta (UV-Vis SPD – 10Ai) e um detector de índice de refração (RID 10A). Uma coluna de exclusão de íon de Shimadzu (Shim-pack SCR-101H; 7,9 mm x 300 mm), operando a 50 °C foi utilizada para a separação cromatográfica.

A análise do nitrogênio amoniacal (N-NH₃) foi realizada de acordo com o método nº 941.04 (AOAC, 1990), onde foram colocados 4 ml de extrato aquoso (feito a partir de 25 g de amostra e 250 mL de ácido sulfúrico 0,2N), e 20 mL de água destilada. Foram adicionados 10 mL de solução de hidróxido de potássio (2N) e procedeu-se a destilação até recuperar em cerca de 100 mL e em seguida realizou-se a titulação com ácido clorídrico (0,005N).

3.2.5 Estabilidade aeróbia

Para determinação da estabilidade aeróbia foram coletados 2,0 kg de silagem e acondicionada em baldes plásticos de 9 L, os baldes foram mantidos em sala fechada com temperatura controlada ($26,5 \pm 0,2$) durante sete dias. A temperatura foi mensurada introduzido termômetro digital em dois pontos no centro da massa a cada 4h, sendo retirado a média das duas mensurações. A estabilidade aeróbia foi medida como o número de horas que a silagem levou até subir 2 °C acima da temperatura ambiente (MORAN et al., 1996). Com base nos dados, foram determinadas as seguintes variáveis: estabilidade aeróbia (horas), temperatura máxima atingida pela silagem (TMax, °C), tempo para a silagem atingir a temperatura máxima (HTmax, horas) e a amplitude, calculada pela diferença entre a maior e menor temperatura observada na silagem durante o período de exposição aeróbia. O pH também foi mensurado durante os 7 dias, conforme metodologia descrita anteriormente.

3.2.6 Composição Química

Na determinação da composição química das silagens as amostras foram pesadas e submetidas à pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar (55°C/72h), sendo posteriormente moídas em moinho de faca tipo Wiley®, com peneira com crivo de 1 mm de diâmetro. As concentrações de matéria seca (MS) (Método Oficial 934.01), matéria orgânica (MO) (Método Oficial 923.03), proteína bruta (PB) (Método Oficial 978.04) foram realizados segundo métodos oficiais da AOAC (1990). A fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) foi determinada em autoclave e utilizou-se alfa amilase termoestável (BARBOSA et al., 2015). O teor de extrato etéreo (EE) foi determinado em aparelho extrator de gordura modelo XT10-Ankom® (ANKOM, 2009), no entanto, utilizou-se sacos de filtro ANKON XT4® reutilizados, esses foram previamente lavados com desengordurante e detergente neutro antes de serem utilizados. Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados conforme fórmula proposta por Sniffen et al. (1992) em que: $CNF = 100 - (PB + EE + FDN + MM)$.

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi determinada utilizando o aparelho DAISY (Ankom Technology Corp., Fairport, NY), onde o material foi incubado por 30 h a 39 °C (HOLDEN, 1999). O líquido ruminal foi obtido de duas vacas nelore, fistuladas no rúmen, e alimentadas com silagem de milho e concentrado proteico energético.

3.2.7 Análise estatística

Os dados de contagem microbiana, foram transformados para \log_{10} . A análise de variância dos dados foi realizada usando-se o programa estatístico R (R Core Team, 2019) e as médias dos parâmetros avaliados foram comparados com nível de significância de 5%. Quando houve interação entre os fatores foi feito o desdobramento, onde para o local de armazenamento dentro do tempo de estocagem as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância e para o tempo de estocagem dentro do local de armazenamento foi realizada análise de regressão. Na análise de regressão os critérios de seleção dos modelos foram: significância, coeficiente de determinação, desvio de regressão e comportamento observado pela variável em questão.

O modelo estatístico adotado nas avaliações de composição química, contagem microbiológica, produtos da fermentação, tempo em estabilidade aeróbia, temperatura máxima atingida pela silagem, tempo em horas para a silagem atingir a temperatura máxima, amplitude:

$$y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + e_{ijk}$$

Onde: y_{ij} = k – ésima resposta que recebeu o i – ésimo nível do local de armazenamento (fator A) e o j – ésimo nível do tempo de estocagem (fator B); μ = efeito geral da média; A_i = efeito do i – ésimo nível do local de armazenamento; B_j = efeito do j – ésimo nível do tempo de estocagem; AB_{ij} = efeito da interação do i – ésimo nível do local de armazenamento com o efeito do j – ésimo nível do tempo de estocagem; e_{ijk} = erro aleatório (resíduo) associado a cada observação.

3.3 RESULTADOS

Não foi observado interação ($P > 0,05$) entre o local de armazenamento e o tempo de estocagem sobre a temperatura da porção superficial do silo. Houve efeito quadrático ($P < 0,01$) do tempo de estocagem sobre a temperatura de silagens realocadas com decréscimo até os 60 dias e aumento a partir dos 90 dias (Tabela 2.4).

Houve interação ($P < 0,01$) entre o local de armazenamento \times tempo de estocagem sobre a temperatura da porção do meio do silo. Foi observado maior temperatura nas silagens em sacos armazenados em local sem cobertura, quando comparados aos sacos armazenados em local com cobertura, em todos os tempos de estocagem (Tabela 2.4). Houve efeito quadrático

($P<0,01$) do tempo de estocagem sobre a temperatura de silagens em sacos armazenados em local com e sem cobertura, onde até os 60 dias de estocagem ocorreu um decréscimo na temperatura e a partir dos 90 dias um aumento.

Não foi observado interação ($P>0,05$) entre o local de armazenamento e o tempo de estocagem sobre a temperatura da porção do fundo do silo. Para essa variável ocorreu efeito ($P<0,01$) do local de armazenamento, no qual, silagens em sacos armazenados em local sem cobertura apresentaram maior temperatura (Tabela 2.4). Também houve efeito quadrático ($P<0,01$) do tempo de estocagem sobre a temperatura de silagens realocadas com decréscimo até os 60 dias e aumento a partir dos 90 dias (Tabela 2.4).

Tabela 2.4 - Temperatura das silagens na porção superficial, meio e fundo dos sacos plásticos armazenados em local com (CC) e sem (SC) cobertura e estocadas por diferentes tempos.

LA	Tempos de estocagem (dias)					Média	EPM	Equação
	10	30	60	90	120			
Temperatura da superfície (°C)							0,40	
CC	28,22	27,15	25,90	28,80	28,70	27,76		
SC	29,20	28,15	25,93	28,45	28,10	27,97		
Média	28,71	27,65	25,91	28,63	28,40		1	
Temperatura do meio (°C)							0,41	
CC	27,75 b	25,40 b	24,93 b	25,93 b	26,70 b	26,14	2	
SC	28,58 a	26,78 a	25,85 a	27,03 a	28,68 a	27,38	3	
Média	28,16	26,09	25,39	26,48	27,69			
Temperatura do fundo (°C)							0,20	
CC	27,95	25,23	25,40	26,15	26,98	26,34 b		
SC	28,50	26,58	26,05	26,93	28,05	27,22 a		
Média	28,23	25,90	25,73	26,54	27,51		4	
T.Amb (°C)	30,3	28,3	26,4	28,2	26,0			

LA – local de armazenamento; EPM – erro padrão da média; T.amb – temperatura ambiente. 1 - $Y = 0,0006x^2 - 0,07x + 29,21$ ($R^2=0,47$); 2 - $Y = 0,0007x^2 - 0,09x + 28,26$ ($R^2=0,82$); 3 - $Y = 0,0009x^2 - 0,1x + 29,41$ ($R^2=0,96$); 4 - $Y = 0,0007x^2 - 0,09x + 28,69$ ($R^2=0,82$)

Através da análise das imagens termográficas (Figura 3 e 4) é possível observar que as silagens realocadas em sacos mantidos em local aberto (campo) obtiveram temperaturas mais elevadas (Tabela 2.4). Além disso, é possível verificar nas imagens maior dissipação de calor na massa em silagens realocadas em sacos armazenados em local aberto. Nas imagens fotográficas é observado no topo da massa a presença de bolores, em ambas as silagens,

independente do local de armazenamento. Nessas fotos, também foi verificado que as silagens mantidas em sacos no campo apresentam uma coloração acastanhada.

Houve interação ($P<0,01$) entre o local de armazenamento \times tempo de estocagem sobre o pH (Tabela 2.5). As silagens em sacos armazenado em local aberto tiveram menor pH aos 90 e maior aos 120 dias em comparação as silagens armazenadas em sacos em local coberto. O pH decresceu linearmente ($P<0,01$) em função do tempo de estocagem de silagens em sacos armazenados em local com cobertura. Houve efeito quadrático ($P<0,01$) do tempo de estocagem sobre o pH de silagens em sacos armazenados em local sem cobertura, ocorrendo um aumento até os 30 dias.

Houve interação ($P=0,04$) entre o local de armazenamento \times tempo de estocagem sobre a contagem de mofo (Tabela 2.5). Foi observado maior população de mofo nas silagens em sacos armazenados em local com cobertura quando comparados aos sem cobertura aos 10 dias de estocagem e nos demais dias não houve diferença na contagem (Tabela 2.5). Houve efeito quadrático ($P<0,01$) do tempo de estocagem sobre a contagem de mofo de silagens em sacos armazenados em local com cobertura, onde até os 60 dias de estocagem ocorreu um decréscimo na população de mofo e a partir dos 90 dias um aumento. Por outro lado, ao avaliar essa variável em função do tempo de estocagem, para as silagens em sacos armazenadas em local sem cobertura, nenhum modelo ajustou-se aos dados (Tabela 2.5).

Figure 2.3 – Imagens termográficas de silagens de milho realocadas em sacos plásticos armazenados em local com cobertura (A) e sem cobertura (B) por 90 dias.

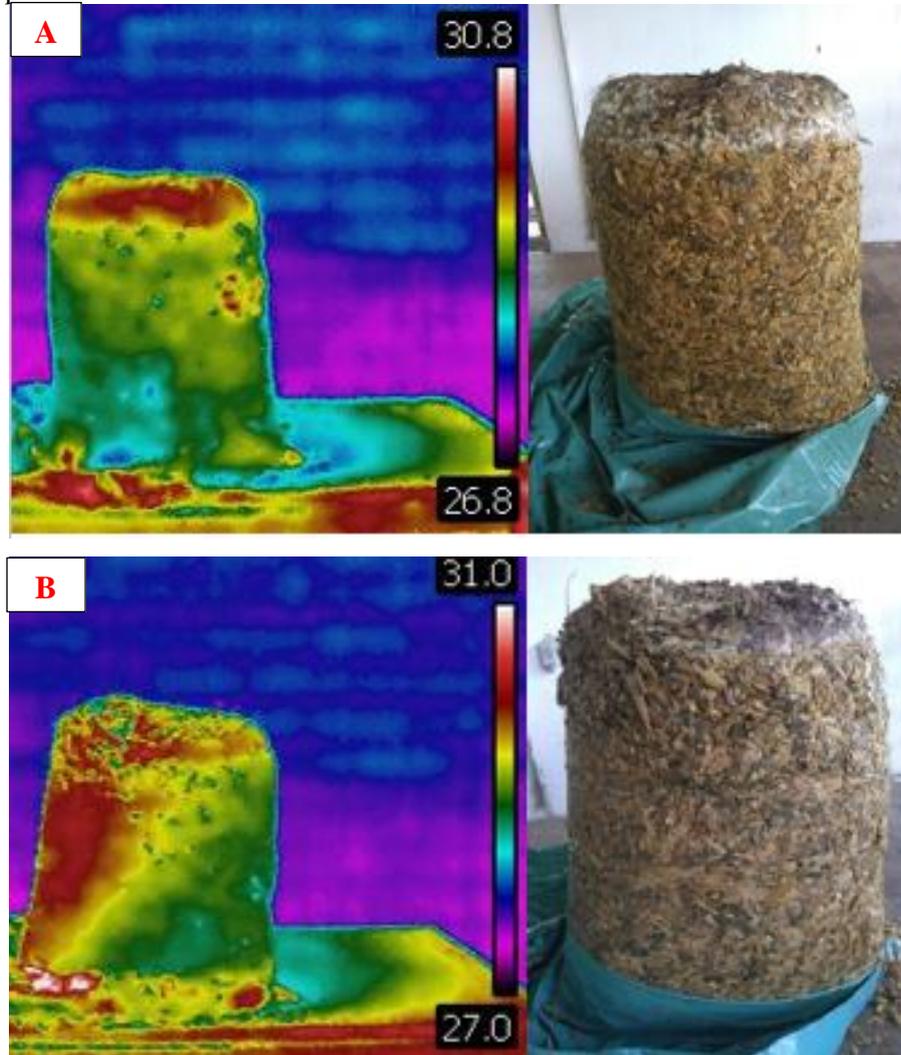
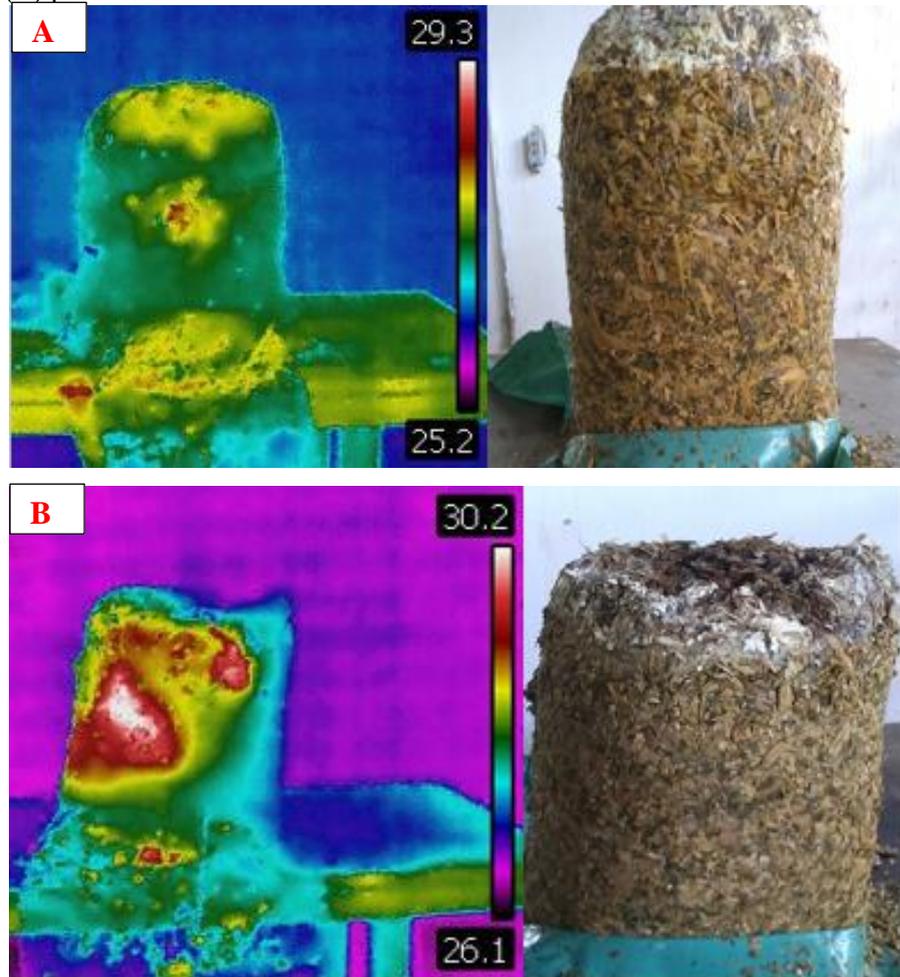


Figure 2.4 - Imagens termográficas de silagens de milho realocadas em sacos plásticos armazenados em local cc com cobertura (A) e sem cobertura (B) por 120 dias.



Houve interação ($P < 0,01$) entre o local de armazenamento \times tempo de estocagem sobre a contagem de leveduras (Tabela 2.5). A partir dos 60 dias de estocagem, maior contagem de leveduras foram encontradas nas silagens em sacos armazenados em local sem cobertura quando comparadas com local coberto (Tabela 2.5). Aos 10 e 30 dias essa população foi a mesma para silagens em sacos armazenados em local com ou sem cobertura. Foi observado efeito decréscimo linear ($P < 0,01$) do tempo de estocagem de silagens em sacos armazenados em local com cobertura. Contudo, ao avaliar a população das leveduras em função do tempo de estocagem, para as silagens em sacos armazenados em local sem cobertura, nenhum modelo ajustou-se aos dados (Tabela 2.5).

Não foi observado interação ($P>0,05$) entre o local de armazenamento e o tempo de estocagem sobre a contagem de BAL. Para essa variável ocorreu efeito ($P<0,01$) do local de armazenamento, no qual, silagens em sacos armazenados em local sem cobertura apresentaram maior população desses microrganismos (Tabela 2.5). Também houve efeito quadrático ($P<0,01$) do tempo de estocagem sobre a contagem de BAL de silagens realocadas com decréscimo dessa população até os 30 dias e aumento a partir dos 60 dias (Tabela 2.5).

Foi observado interação entre o local de armazenamento \times tempo de estocagem sobre as variáveis ácido láctico ($P<0,02$), acético ($P<0,01$), propiônico ($P<0,01$), butírico ($P<0,03$) (Tabela 2.5). Aos 90 e 120 dias de estocagem, foi observado maior concentração de ácido láctico, acético e propiônico nas silagens em sacos armazenados em local sem cobertura quando comparadas com silagens em sacos em local coberto (Tabela 2.5). Para o ácido butírico, essa diferença ocorreu somente aos 90 dias de estocagem, sendo maior também nas silagens em sacos armazenados em local com cobertura (Tabela 2.5). Ao avaliar a concentração dos ácidos orgânicos em função do tempo de estocagem, para as silagens em sacos armazenadas em local com cobertura, nenhum modelo ajustou-se aos dados (Tabela 2.5). A concentração de ácido láctico e acético aumentou linearmente ($P<0,01$) com o tempo de estocagem de silagens em sacos armazenados em local sem cobertura (Tabela 2.5). Houve efeito quadrático ($P<0,01$) do tempo de estocagem sobre a concentração de ácido propiônico de silagens em sacos armazenados em local sem cobertura, ocorrendo decréscimo até os 30 dias e aumento a partir dos 60 dias (Tabela 2.5). Houve efeito cúbico ($P<0,01$) do tempo de estocagem de silagens em sacos armazenados em local sem cobertura sobre a concentração de ácido butírico, sendo observado maiores picos desse ácido aos 10, 60 e 90 dias (Tabela 2.5).

Foi observado interação ($P<0,01$) entre o local de armazenamento \times tempo de estocagem sobre a concentração de N-NH₃. O conteúdo de N-NH₃ foi maior nas silagens em sacos armazenados em local sem cobertura, a partir dos 90 dias, quando comparados com silagens em sacos armazenados em local com cobertura (Tabela 2.5). Ao avaliar o N-NH₃ em função do tempo de estocagem, para as silagens em sacos armazenadas em local com cobertura, nenhum modelo ajustou-se aos dados. Houve efeito linear crescente ($P<0,01$) com o tempo de estocagem de silagens em sacos armazenados em local sem cobertura (Tabela 2.5).

Tabela 2.5 - Contagem microbiológica e produtos da fermentação de silagens de milho realocadas em sacos plásticos armazenados em local com (CC) e sem (SC) cobertura e estocadas por diferentes tempos.

LA	Tempos de estocagem (dias)					Média	EPM	Equação
	10	30	60	90	120			
pH						0,01		
CC	3,90	3,90	3,80	3,80 a	3,65 b	3,81		1
SC	3,88	3,93	3,76	3,60 b	3,75 a	3,79		2
Média	3,89	3,91	3,79	3,70	3,70			
Mofo (log UFC g ⁻¹)						0,10		
CC	6,55 a	5,98	5,15	5,50	5,73	5,78		3
SC	5,48 b	5,93	5,95	5,63	5,88	5,77		
Média	6,01	5,95	5,55	5,56	5,80			
Levedura (log UFC g ⁻¹)						0,18		
CC	6,08	4,65	4,30 b	4,18 b	3,93 b	4,63		4
SC	5,30	5,13	5,48 a	4,98 a	5,50 a	5,28		
Média	5,69	4,89	4,89	4,58	4,71			
BAL (log UFC g ⁻¹)						0,13		
CC	6,60	5,75	5,58	6,25	7,00	6,24 b		
SC	7,20	6,98	7,20	7,08	7,75	7,24 a		
Média	6,90	6,36	6,39	6,66	7,38			5
Ácido lático (%MS)						0,27		
CC	9,55	10,28	11,38	10,81 b	10,58 b	10,52		
SC	10,00	9,25	11,34	13,94 a	12,39 a	11,38		6
Média	9,77	9,77	11,36	12,37	11,49			
Ácido acético (%MS)						0,17		
CC	3,74	3,09	3,45	3,18 b	3,43 b	3,38		
SC	3,35	3,46	3,86	6,62 a	5,63 a	4,58		7
Média	3,55	3,28	3,65	4,90	4,53			
Ácido propiônico (%MS)						0,07		
CC	0,25	0,25	0,20	0,28 b	0,33 b	0,26		
SC	0,41	0,26	0,32	0,68 a	1,42 a	0,62		8
Média	0,33	0,25	0,26	0,48	0,88			
Ácido butírico (%MS)						0,19		
CC	1,54	1,48	1,26	1,25 b	0,71	1,25		
SC	2,31	1,95	2,05	4,45 a	1,41	2,43		9
Média	1,93	1,72	1,65	2,85	1,06			
N-NH ₃ (%NT)						0,05		
CC	2,63	2,45	2,28	2,15 b	2,50 b	2,40		
SC	2,35	2,20	2,60	3,03 a	2,88 a	2,61		10
Média	2,49	2,33	2,44	2,59	2,69			

LA - local de armazenamento; EPM - erro padrão da média; UFC - unidade formadora de colônia; BAL - bactérias ácido lácticas; N-NH₃/ %NT - nitrogênio amoniacal em porcentagem do nitrogênio total. 1 - $Y = -0,002x + 3,94$ ($R^2=0,88$); 2 - $Y = 0,00003x^2 - 0,006 + 3,99$ ($R^2=0,63$);

3 - $Y = 0,0003x^2 - 0,04x + 6,97$ ($R^2=0,92$); 4 - $Y = -0,02x+5,64$ ($R^2=0,73$); 5 - $Y = 0,0003x^2 - 0,03x + 7,09$ ($R^2=0,97$); 6 - $Y = 0,03x+9,25$ ($R^2=0,66$); 7 - $Y = 0,03x + 2,86$ ($R^2=0,71$); 8 - $Y = 0,0002x^2 - 0,02x + 0,55$ ($R^2=1,00$); 9 - $Y = -0,00002x^3 + 0,004x^2 - 0,20x + 4,09$ ($R^2=0,83$); 10 - $Y = 0,007x + 2,19$ ($R^2=0,76$). Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem ($P<0,05$) pelo teste de Tukey.

Tabela 2.6 - Estabilidade aeróbia de silagens de milho realocadas em sacos plásticos armazenados em local com (CC) e sem (SC) cobertura e estocadas por diferentes tempos.

LA	Tempos de estocagem (dias)					Média	EPM	Equação
	10	30	60	90	120			
	Tmax (°C)						0,25	
CC	45,15	44,33	42,23	41,83	43,50	43,4 b		
SC	46,08	45,58	45,13	43,88	44,35	45,0 a		
Média	45,61	44,95	43,68	42,85	43,93			1
	HTmax (h)						1,55	
CC	27,0	33,0	42,0	41,0	35,0	35,6 a		
SC	25,0	19,0	28,0	25,0	18,0	23,0 b		
Média	26,0	26,0	35,0	33,0	26,5			2
	Estabilidade aeróbia (h)						1,34	
CC	15,0	16,0	24,0	24,0	16,0	19,0 a		
SC	8,0	4,00	13,0	10,0	2,0	7,4 b		
Média	11,5	10,0	18,5	17,0	9,0			3
	Amplitude (°C)						0,31	
CC	20,20	17,03	15,95 b	15,78	17,12 a	17,22		4
SC	19,63	16,40	18,48 a	17,05	14,55 b	17,22		5
Média	19,91	16,71	17,21	16,41	15,84			

LA - local de armazenamento; EPM - erro padrão da média; EA - estabilidade aeróbia; Tmax - temperatura máxima; HTmax - tempo em horas para atingir a temperatura máxima. 1 - $Y = 0,0004x^2 - 0,0770x + 46,55$ ($R^2=0,93$); 2 - $Y = -0,0026x^2 + 0,36x + 20,84$ ($R^2=0,76$); 3 - $Y = -0,0025x^2 + 0,33x + 6,28$ ($R^2=0,67$); 4 - $Y = 0,001x^2 - 0,15x + 21,30$ ($R^2=0,96$); 5 - $Y = -0,03x + 19,27$ ($R^2=0,57$). Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem ($P<0,05$) pelo teste de Tukey.

Não houve interação ($P>0,05$) entre o local de armazenamento \times tempo de estocagem sobre as variáveis Tmax, HTmax e estabilidade aeróbia (Tabela 2.6). Foi observado efeito ($P<0,01$) local de armazenamento sobre a Tmax, HTmax e estabilidade aeróbia de silagens de milho realocadas em sacos plásticos. A Tmax de silagens em sacos armazenados em local sem cobertura foi maior do que em local com cobertura (Tabela 2.6). A estabilidade aeróbia e o HTmax de silagens em sacos armazenados em local com cobertura foram maiores do que em local sem cobertura. Também houve efeito quadrático ($P<0,01$) do tempo de estocagem sobre

a Tmax, HTmax e estabilidade aeróbia de silagens de milho realocadas em sacos. A Tmax das silagens decresceu até os 90 dias. O THmax aumentou até os 60 dias e decresceu a partir dos 90 dias. A estabilidade aeróbia das silagens aumentou até os 60 dias e a partir dos 90 dias decresceu.

Foi observado interação ($P<0,01$) entre o local de armazenamento \times tempo de estocagem sobre a amplitude (Tabela 2.6). Houve efeito quadrático ($P<0,01$) do tempo de estocagem sobre a amplitude de silagens em sacos armazenados em local com cobertura, onde a diferença entre a temperatura máxima e o ambiente foi diminuído até os 90 dias. A amplitude decresceu linearmente ($P<0,01$) em função do tempo de estocagem de silagens em sacos armazenados em local sem cobertura.

Não foi observado efeito da interação ($P>0,05$) entre o local de armazenamento \times tempo de estocagem sobre as variáveis MS, MO, FDN, EE, CNF e amido. Contudo, houve efeito do local de armazenamento ($P<0,01$) sobre a MS, onde foi observado maior teor desse constituinte nas silagens em sacos armazenados em local com cobertura (Tabela 2.7). Também houve efeito ($P=0,02$) do tempo de estocagem sobre teor de MS que decresceu linearmente (Tabela 2.7). Houve efeito quadrático ($P<0,01$) do tempo de estocagem sobre o teor de MO das silagens realocadas, onde a MO decresceu até os 60 dias, aumentando novamente a partir dos 90 dias (Tabela 2.7). Houve efeito do local de armazenamento ($P<0,01$) sobre o teor de amido, sendo observado teor desse constituinte nas silagens em sacos armazenados em local sem cobertura. O teor de amido aumentou linearmente ($P<0,01$) com o tempo de estocagem.

Houve efeito de interação ($P<0,01$) entre o local de armazenamento \times tempo de estocagem sobre as variáveis PB e DIVMS (Tabela 2.7). O teor de PB foi maior em silagens em sacos armazenados em local sem cobertura nos tempos de estocagem 10 e 30 dias, quando comparadas com silagens em sacos armazenados em local com cobertura, contudo, aos 90 dias essas silagens apresentaram maior conteúdo de PB. Houve efeito cúbico ($P<0,01$) sobre o teor de PB com o tempo de estocagem de silagens em sacos armazenados em local com cobertura e efeito quadrático ($P=0,03$) com o tempo de estocagem de silagens em sacos armazenados em local sem cobertura, onde até os 90 dias ocorreu decréscimo nesse conteúdo (Tabela 2.7).

Houve maior DIVMS de silagens em sacos armazenados em local sem cobertura, quando comparados com os armazenados em local com cobertura em todos os tempos de

estocagem. A DIVMS aumentou linearmente ($P<0,01$) com o tempo de estocagem de silagens em sacos armazenados em local com cobertura. Observou-se efeito quadrático sobre a DIVMS ($P<0,01$) com o tempo de estocagem de silagens em sacos armazenados em local sem cobertura, no qual, ocorreu decréscimo da digestibilidade até os 60 dias de armazenamento (Tabela 2.7).

Tabela 2.7 - Composição química de silagens de milho realocada em sacos plásticos armazenados em local com (CC) e sem cobertura (SC) e estocadas por diferentes tempos.

LA	Tempos de estocagem (dias)					Média	EPM	Equação
	10	30	60	90	120			
Matéria seca (%)						0,31		
CC	31,98	32,38	31,48	31,83	30,68	31,67 a		
SC	30,68	29,88	28,23	29,30	27,83	29,18 b		
Média	31,33	31,13	29,85	30,56	29,25			1
Matéria orgânica (%)						0,06		
CC	96,38	95,58	96,10	96,25	96,70	96,20		
SC	96,18	95,78	95,85	96,13	96,55	96,10		
Média	96,28	95,68	95,98	96,19	96,63			2
Proteína bruta (%)						0,05		
CC	5,88 b	5,68 b	6,03	6,15 a	5,88	5,92		3
SC	6,28 a	6,48 a	5,95	5,83 b	6,08	6,12		4
Média	6,08	6,08	5,99	5,99	5,98			
FDN (%)						0,39		
CC	44,33	48,20	44,53	44,68	43,80	45,11		
SC	46,60	45,40	46,68	46,23	47,18	46,42		
Média	45,46	46,80	45,60	45,45	45,49			
Extrato Etéreo (%)						0,08		
CC	1,83	2,28	2,70	2,43	2,05	2,26		
SC	2,10	1,83	2,05	2,23	1,58	1,96		
Média	1,96	2,05	2,38	2,33	1,81			
CNF (%)						0,45		
CC	44,33	38,80	42,93	43,00	44,45	42,70		
SC	41,23	42,75	41,15	41,88	41,73	41,75		
Média	42,78	40,78	42,04	42,44	43,09			
Amido (%)						0,54		
CC	18,87	17,17	19,76	19,81	21,36	19,39 b		
SC	20,41	22,01	26,29	25,96	24,33	23,80 a		
Média	19,64	19,59	23,03	22,88	22,84			5
DIVMS (%)						0,53		
CC	47,70 b	46,40 b	50,35 b	49,80 b	50,65 b	48,98		6
SC	56,88 a	53,98 a	52,43 a	52,93 a	53,70 a	54,18		7
Média	52,28	50,19	51,39	51,86	52,18			

LA - local de armazenamento; EPM - erro padrão da média; FDN - fibra insolúvel em detergente neutro; CNF - carboidratos não fibrosos; DIVMS - digestibilidade in vitro da matéria seca. 1 - $Y = -0,017x + 31,46$ ($R^2=0,73$); 2 - $Y = 0,0002x^2 - 0,017x + 96,29$ ($R^2=0,80$); 3 - $Y = -3 \times 10^{-6}x^3 + 0,0006x^2 - 0,03x + 6,06$ ($R^2=0,93$); 4 - $Y = 0,0001x^2 - 0,01x + 6,55$ ($R^2=0,58$); 5 - $Y = 0,03x + 19,46$ ($R^2=0,71$); 6 - $Y = 0,03x + 46,89$ ($R^2=0,66$); 7 - $Y = 0,0002x^2 - 0,13x + 57,59$ ($R^2=0,79$). Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

3.4 DISCUSSÃO

A deterioração aeróbia pode acontecer no material recém colhido durante o abastecimento do silo, armazenamento, e na silagem durante o desabastecimento e fornecimento aos animais (WILKINSON; DAVIES, 2012). O grau de deterioração aeróbia da silagem dependerá da temperatura ambiente, espécie forrageira, conteúdo de umidade do ar, concentração de oxigênio (O₂) e dióxido de carbono (CO₂), população de microrganismo aeróbios e concentração de ácidos orgânicos (PITT, 1990). Os filmes de polietileno utilizados na cobertura do silo para manter a anaerobiose do meio durante o armazenamento apresentam permeabilidade ao oxigênio (BORREANI et al., 2014). Desta forma, no armazenamento ocorrem infiltrações de ar na massa (MUCK et al., 2003), onde a camada que está em contato direto com o filme plástico é mais deteriorada. Aplicando esse referencial para silagens realocadas em sacos plásticos, pode-se inferir que essas sejam mais susceptíveis a deterioração aeróbia durante o armazenamento, devido à grande superfície de contato da massa com o polietileno, permitindo maiores trocas gasosas com o ambiente.

A infiltração de ar é intensificada com a elevação da temperatura ambiente, devido a características dos filmes plásticos em absorver calor, ocasionando em dilatação dos micrósoros existentes no material e conseqüentemente aumentando a permeabilidade ao oxigênio (TABACCO; BORREANI, 2002). Em regiões tropicais, a entrada de ar nos filmes plásticos pode ser ainda maior em virtude das temperaturas mais elevadas (PAILLAT; GAILLARD, 2001). A região de Belém é caracterizada por apresentar elevadas temperaturas ao longo dos dias e ano, com média mínima de 26,3 e média máxima de 31,7 °C (ALVARES et al., 2014). Desta forma, nesse estudo, as silagens realocadas em sacos plásticos armazenados em local aberto (campo), são ainda mais propicias a iniciarem o processo de deterioração durante a estocagem, isso é comprovado ao observar a temperatura na porção do meio e no fundo, essas são mais elevadas nessas silagens. Vale ressaltar, que as temperaturas obtidas com o termômetro digital até 90 dias de estocagem, estavam a abaixo da temperatura ambiente.

Contudo, ao analisar as imagens termográficas das silagens realocadas em sacos plásticos armazenados no campo, é possível observar que os pontos de maior aquecimento

da silagem apresentam temperaturas mais altas que a ambiente e sabe-se que a deterioração aeróbia é iniciada quando a temperatura da massa elevasse 2°C acima da temperatura ambiente (MORAN et al., 1996). Além disso, o escurecimento das silagens em sacos mantidas no campo é característico de materiais deteriorados. É importante frisar que antes mesmo da realocação essas silagens já tinham iniciado um processo de deterioração, isso é constatado ao observar a temperatura do painel e das pilhas, população de microrganismo deterioradores e estabilidade aeróbia das silagens, o que pode ter influenciado diretamente na susceptibilidade a deterioração principal das silagens em sacos armazenados no campo, já que essas estavam mais expostas ao oxigênio, temperatura e umidade.

O fluxo mais intenso de calor observado nas silagens em sacos dispostos no campo, é justificado pela maior população de leveduras nas mesmas. O aumento da produção de calor é um indicativo de crescimento de microrganismos indesejáveis na massa, como as leveduras, que são iniciadoras do processo de deterioração (KUNG et al., 2018). As leveduras podem se proliferar ainda no período de estocagem da silagem, pois conseguem se desenvolver em $\text{pH} < 4,0$ e em baixas concentrações de oxigênio (McDONALD et al., 1991). As altas temperaturas da região podem ter contribuído para maior proliferação de leveduras nas silagens em sacos mantidos no campo. Tais evidências podem ser constadas por Koc et al. (2009), que observaram que as maiores contagens de leveduras e bolores e produção de CO_2 ocorreram nas silagens expostas em temperaturas mais elevadas (30-37 °C). Além disso, climas quentes e úmidos têm maior probabilidade de aumentar o crescimento de fungos (leveduras e mofos) e acelerar o processo de deterioração da silagem (BERNARDES et al., 2018).

O ácido butírico, é produzido por bactérias do gênero *Clostridium*, o que por se só indica o crescimento desses microrganismos (KUNG et al., 20018). Desta forma, podemos inferir que a proliferação de clostrídeos foi mais acentuada em silagens em sacos mantidos no campo, devido o maior teor de ácido butírico nas mesmas. As silagens realocadas apresentaram produção de ácido butírico, mesmo que esse não tenha sido observado nas silagens no silo trincheira, evidenciando que a ocorrência desse ácido está relacionada com as condições as quais as silagens foram impostas após a realocação. As bactérias produtoras de ácido butírico são anaeróbias estritas e crescem em meio com $\text{pH} > 4,5$, úmido (KUNG

et al., 2018), assim silagens de milho que apresentam concentrações de MS > 30% e pH ácido não apresentam condições favoráveis ao desenvolvimento de clostrídeos. Contudo, a região onde o experimento ocorreu é caracterizada por apresentar alta umidade (média de 81%) e chuvas bem distribuídas o ano todo (ALVARES et al., 2014), o que ocasionou na infiltração de água das chuvas e umidade do ambiente nas silagens em sacos dispostos no campo, isso é comprovado pelo baixo teor de MS dessas silagens (< 30%). Assim, criando um ambiente úmido, favorável aos clostrídeos mesmo com o pH dessas silagens sendo baixo. De acordo com Whittenbury et al. (1967), bactérias do gênero *Clostridium* são sensíveis à pressão osmótica e, em meio úmido, toleram concentrações elevadas de ácidos orgânicos, comprovando que pH < 4,5 podem não ser suficiente para inibir o crescimento desses microrganismos quando a umidade é elevada.

Quando a silagem é exposta ao ar, a estabilidade aeróbia da massa dependerá principalmente da população de microrganismos aeróbios e do perfil de fermentação (CHEN; WEINBEG, 2014). Nesse estudo, a instabilidade das silagens em sacos plásticos armazenados no campo deve-se ao fato dessas já apresentarem maior população de leveduras e ácido lático. Desta forma, quando exposta ao meio aeróbio, o desenvolvimento das leveduras foi mais acentuado, fazendo com que o pico de temperatura fosse mais alto e atingindo em menos tempo, visto que esses microrganismos intensificam a produção de calor.

Apesar dos indícios de deterioração nas silagens em sacos armazenado em local sem cobertura, essas também apresentam maior teor de ácido lático, o que pode ser explicado pela maior população de bactérias ácido lácticas nessas silagens. Todas as silagens, antes e após a realocação apresentaram alto teor de ácido lático, estando bem acima dos valores encontrados na literatura que é entre 3 a 6 %MS (KUNG et al., 2018). As maiores temperaturas observadas nas silagens em sacos mantidos no campo podem ter propiciado o desenvolvimento dos microrganismos de forma geral, tanto desejáveis como indesejáveis. As bactérias ácido lácticas crescem mais rapidamente a temperaturas entre 27 e 38 °C (BORREANI et al, 2018), o que pode justificar a maior proliferação dessas bactérias em silagens em sacos armazenados no campo, já que essas apresentaram maiores temperaturas. Essas silagens também apresentam maior conteúdo de amido, e

consequentemente maior digestibilidade, mesmo com redução na matéria seca, o que caracteriza em perdas de nutrientes. Além disso, a composição química das silagens realocadas mantiveram-se similar à da silagem antes da realocação, assim, em próximos estudos avaliar a aceitabilidade dessas silagens pelos animais através de testes de preferência e quantificar as perdas por deterioração é crucial para que possamos chegar em uma conclusão mais precisa a respeito do local de armazenamento dos silos.

Em relação ao tempo de estocagem das silagens, a redução na matéria seca, pode estar relacionado com maiores perda por efluentes dessas silagens. Os efluentes são constituídos de proteínas e açúcares (McDONALD et al, 1991), esses nutrientes estão contidos na matéria seca, assim a lixiviação desses constituintes ocasiona em redução da mesma. A redução da DIVMS até os 60 dias em silagens em sacos armazenados em local aberto, deve-se a menor teor MS dessas silagens, indicando perdas de nutrientes digestíveis como os açúcares. O aumento na estabilidade aeróbia, HTmax e redução da Tmax em decorrência do tempo de estocagem, é explicado pelo aumento de ácido acético e consequente redução das leveduras. Os ácidos acéticos e propiônicos são conhecidos por seus efeitos antifúngicos (WOOLFORD, 1975), devido a permeabilidade a membrana celular dos fungos, onde ocorre a liberação de íons de H^+ se o pH do meio for menor que o pKa desses ácidos, e consequentemente ocorre diminuição do pH intracelular levando a morte dos fungos em decorrência do transporte ativo realizado pelos mesmos para eliminar íons H^+ do interior da célula, processo que requer gasto de energia (McDONALD et al., 1991). Vale ressaltar, que silagens mais estáveis apresentam valor nutritivo reduzido, pois é um indicativo que ocorreu redução dos carboidratos solúveis remanescente que são utilizados pelos fungos como substrato.

3.5 CONCLUSÃO

Apesar das silagens de milho realocadas em saco plásticos armazenados em local com cobertura não apresentarem redução do seu valor nutritivo, as silagens devem ser armazenadas em local coberto (galpão), pois mesmo tendo o seu valor nutritivo reduzido, mas ainda mantendo-se parecido com silagem de origem, as perdas visíveis por deterioração foram menores. Silagens armazenadas por longo período tem seu valor

nutritivo reduzido (até 120 dias), comprovado pela estabilidade e redução do teor de MS dessas silagens. Assim, as silagens realocadas devem ser estocadas por 30 dias em sacos armazenados em galpão. Além disso, é importante em próximos trabalhos avaliar a preferência dessas silagens pelos animais para que conclusões mais precisas sejam tomadas.

REFERÊNCIAS

- A.O.A.C. (1990): **Association of official, chemists, official methods of analysis**. 15th Edition, Washington DC, U.S.A.
- ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., GONÇALVES, J. L. M., SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711–728, 2014.
- BARBOSA, M.M.; DETMAN, E. ROCHA, G.C.; FRANCO, M.O.; VALADARES FILHO, S.C.; Evaluation of laboratory prodedures to quantify the neutral detergent fiber content in forage, concetrate, and ruminant feces. **Journal Of AOAC International**, v.98, p. 883-889, 2015.
- BASTOS, T. X.; SILVA, G. DE F. G.; PACHECO, N. A.; FIGUEIREDO, R. Informações agroclimáticas do município de Paragominas para o planejamento agrícola. **Embrapa Amazônia Oriental**, 6.p, 2006.
- BERNARDES, T.F.; DANIEL, J.L.P.; ADESOGAN, A.T. et al. Silage review: Unique challenges of silages made in hot and cold regions. **Journal of Dairy Science**, v.101, p. 4001–4019, 2018.
- BISAGLIA, C.; E. TABACCO.; G. BORREANI.; The use of plastic film instead of netting when tying round bales for wrapped baled silage. **Biosystems Engineering**, v 108, p. 1-8, 2011.
- BERNARDES, T.F.; GERVÁSIO, J.R.S.; MORAIS, G.; CASAGRANDE, D.R. Thechnical note: A comparison of methods to determine pH in silages. **Journal of Dairy Science**, v.102, p. 9039-9042, 2019.
- BORREANI, G.; TABACCO, E.; SCHMIDT, R. et al. Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. **Journal of Dairy Science**, v.101, p. 3952-3979, 2018.
- BORREANI, G.; TABACCO, E. Aerobic stability of maize silage stored under plastic films with different oxygen permeability. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 94, p. 2686-2690, 2014.

COELHO, M. M.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; KELLER, K.M.; DOS ANJOS, G.V.S.; OTTONI, D.; MICHEL, P.H.F.; JAYME, D.G. Chemical characteristics, aerobic stability, and microbiological counts in corn silage re-ensiled with bacterial inoculant. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, p. 1045-1052, 2018.

CHEN, Y.; WEINBERG, Z. G. The effect of relocation of whole-crop wheat and corn silages on their quality. **Journal of Dairy Science**, v. 97, p. 406–410, 2014.

DE LIMA, E.M.; GONÇALVES, L.C.; KELLER, K.M.; RODRIGUES, J.A. DOS S.; SANTOS, F.P.C.; MICHEL, P.H.F.; RAPOSO, V.S.; JAYME, D.G. Re-ensiling and its effects on chemical composition, in vitro digestibility, and quality of corn silage after different lengths of exposure to air. **Canadian Journal of Animal Science**, v.97, p.250-257, 2016.

DOS ANJOS, G. V. S; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; KELLER, K. M.; COELHO M. M., MICHEL, P. H. F.; OTTONI, D., JAYME, D. G. Re-ensiling and inoculant application with *Lactobacillus plantarum* and *Propionibacterium acidipropionici* on sorghum silages. **Journal of Dairy Science**, v. 101, p.1-8, 2018.

HOLDEN, L.A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.1791-1794, 1999.

KOC, F.; L. COSKUNTUNA.; M. L. OZDUVEN.; A. COSKUNTUNA.; H. E. SAMLI. The effects of temperature on the silage microbiology and aerobic stability of corn and vetch-grain silages. **Acta Agric. Scand**, v. 59, p. 239–246, 2009.

KUNG, L.; SHAVER, R. D.; GRANT, R. J.; SCHMIDT, R. J. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. **Journal of Dairy Science**, v. 101, p. 4020–4033, 2018.

McDONALD, P.; HENDERSON A.R.; HERON S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed 1991; 339, 1991. Marlow: Chalcombe Publications.

MICHEL, P.H.F.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; KELLER, K.M.; RAPOSO, V.S.; LIMA, E.M.; SANTOS, F.P.C.; JAYME, D.G. Re-ensiling and inoculant application with *Lactobacillus plantarum* and *Propionibacterium acidipropionici* on sorghum silages. **Grass and Forage Science**, v.72, p.432-440, 2016.

MORAN, J. P.; WEINBERG, Z. G.; ASHBELL, G; HEN, Y.; OWEN, T. R. A comparison of two methods for the evaluation of the aerobic stability of whole crop wheat silage. *In Proc. XI Int. Silage Conf. Univ. of Wales, Aberystwyth, UK. 1996. p.162–163.*

MUCK, R.E.; MOSER, L. E.; PITT, R.E. Postharvest factors affecting ensiling. *In*: BUXTON, D. R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Ed). **Silage science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, 2003. p. 251-304.

PAILLAT, J.M.; GAILLARD, F. Air-tightness of wrapped bales and resistance of polythene stretch film under tropical and temperate conditions. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 79, p. 15-22, 2001.

PITT, R. E. Additives for silage and hay preservation. *In*: SILAGE AND HAY PRESERVATION, New York, 1990. **NRAES-5**. New York: Ithaca, 1990. p.28-44.

SARIÇIÇEK, B. Z; YILDIRIM, B; KOCABAŞ, Z; ÖZGÜMÜŞ DEMİR, E. The effects of storage time on nutrient composition and silage quality parameters of corn silage made in plastic mini silo in laboratory conditions. **Journal of institute of science and technology**, v 6, p.177–183, 2016.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.

STABENTHINER, A.; SCHMARANZER, S. Thermographic determination of body temperatures in honey bees and hornets: calibration and applications. **Thermology**, v.2, p.563-572, 1987.

TABACCO, E.; BORREANI, G. Contrastare il deterioramento aerobico negli insilati di mais. **L'Informatore Agrario**, v. 58, p. 105-111, 2002.

WILKINSON, J.M.; DAVIES, D.R. The aerobic stability of silage: Key findings and recente developments. **Grass and Forage Science**, v. 68, p. 1-19, 2012.

WOOLFORD, M.K. Microbiological screening of food preservatives, cold sterilants and specific antimicrobial agents as potential silage addtives. **Journal of the Science of Food and Agricultural**, v. 26, p. 229-237, 1975.

WHITTENBURY, R.; MCDONALD, P.; BRYAN-JONES, D. G. A short review of some biochemical and microbiological aspects of ensilage. **Journal of the Science of food and Agriculture**, v 18, p. 1441-4, 1967.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; FERREIRA, D.J.; PEREIRA, O.G.; ALMEIDA, J.C.C.; Efeito do farelo de trigo sobre as perdas de recuperação de matéria seca e composição bromatológica de silagem de capim-mombaça. **Braz. J. vet. Res. anim. Sci**, v. 43, p. 803-809, 2006.