



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA

ALEX LOPES DA SILVA

**USO DE DIFERENTES REVESTIMENTOS NA PRODUÇÃO DE PRÉ-SECADO DE
GRAMÍNEAS TROPICAIS**

AREIA
2020

ALEX LOPES DA SILVA

**USO DE DIFERENTES REVESTIMENTOS NA PRODUÇÃO DE PRÉ-SECADO DE
GRAMÍNEAS TROPICAIS**

Tese apresentada ao Programa de Pós
Graduação em Zootecnia da Universidade
Federal da Paraíba e Universidade Federal do
Ceará como requisito parcial para obtenção do
título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Forragicultura

Comitê de Orientação

Prof. Dr. Edson Mauro Santos (CCA/UFPB) – Orientador

Prof. Dr. Ricardo Loiola Edvan (UFPI/CPCE) – Coorientador

Prof^a. Dr^a. Juliana Silva de Oliveira (CCA/UFPB) – Coorientadora

AREIA

2020

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586u Silva, Alex Lopes da.

 Uso de diferentes revestimentos na produção de
pré-secado de gramíneas tropicais / Alex Lopes da
Silva. - Areia:UFPB/CCA, 2020.

 97 f. : il.

 Orientação: Edson Mauro Santos.

 Coorientação: Ricardo Loiola Edvan, Juliana Silva de
Oliveira.

 Tese (Doutorado) - UFPB/CCA.

 1. Zootecnia. 2. Ácidos orgânicos. 3. Composição
química. 4. Estabilidade aeróbia. 5. Gases. I. Santos,
Edson Mauro. II. Edvan, Ricardo Loiola. III. Oliveira,
Juliana Silva de. IV. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 636(043.2)



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE TESE

TÍTULO: “USO DE DIFERENTES REVESTIMENTOS NA PRODUÇÃO DE PRÉ-SECADO DE GRAMÍNEAS TROPICAIS”

AUTOR: ALEX LOPES DA SILVA

ORIENTADOR: Prof. Dr. Edson Mauro Santos

J U L G A M E N T O

CONCEITO: APROVADO

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Edson Mauro Santos
Presidente
Universidade Federal da Paraíba/UFPB

Prof. Dr. Henrique Nunes Parente
Examinador
Universidade Federal do Maranhão/UFMA

Prof. Dr. Alexandre Fernandes Perazzo
Examinador
Universidade Federal do Maranhão/UFMA

Dr. Fleming Sena Campos
Examinador
Universidade Federal Rural do Pernambuco/UFRPE

Prof. Dr. Ricardo Martins de Araujo Pinho
Examinador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará/IFCE

Areia, 14 de dezembro de 2020

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ALEX LOPES DA SILVA – Nascido em Parnaguá – PI em 12 de março de 1989, filho de Claudilina Simões Lopes e Pedro Pereira da Silva, tendo como irmãos Weberson Lopes da Silva, Aldo Lopes da Silva, Alan Lopes da Silva, Vanessa Lopes da Silva, Marta Loana Lopes da Silva e Alessandro Lopes da Silva. Em 2008 concluiu o ensino médio na Unidade Escolar Raimundo Lustosa Nogueira na cidade de Parnaguá – PI. Em março de 2009 ingressou no ensino superior no curso de Zootecnia na Universidade Estadual do Piauí – UESPI, *Campus* Deputado Jesualdo Cavalcanti na cidade de Corrente – PI, concluindo em 2013 com Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado: Suplementação de bovinos de corte terminados em pastagens tropicais sob orientação do professor Doutor Hermógenes Almeida de Santana Júnior. Em março de 2014 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal do Piauí – UFPI, *Campus* Professora Cinobelina Elvas, na cidade de Bom Jesus – PI, concluindo em 2016 com a defesa da dissertação intitulada em: Caracterização agronômica, composição química e degradabilidade *in situ* entre híbridos de sorgo duplo propósito sob orientação do professor Doutor Ricardo Loiola Edvan. Em março de 2017 ingressou no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia – UFPB no Centro de Ciências Agrárias – CCA em Areia – PB, sob orientação do professor Doutor Edson Mauro Santos, no qual foi bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), submetendo-se à defesa no ano de 2020.

À meu pai Pedro Pereira da Silva e minha mãe Claudilina Simões Lopes pelo amor e por estarem sempre ao meu lado.

Aos meus irmãos Weberson Lopes da Silva, Aldo Lopes da Silva, Alan Lopes da Silva, Vanessa Lopes da Silva, Marta Loana Lopes da Silva e Alessandro Lopes da Silva por estarem sempre torcendo pelo meu sucesso.

À minha namorada Dalva Batista de Sousa pelo seu amor, companheirismo e apoio.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Toda honra e toda glória sejam dadas a Deus, ele está acima de todas as coisas.

A Universidade Federal do Paraíba/CCA e ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, pela ocasião favorável de conceder-me o título de Doutor em Zootecnia.

A Universidade Federal do Piauí *Campus* Professora Cinobelina Elvas, por todo apoio.

Agradecimento especial ao meu comitê de orientação Prof. Dr. Edson Mauro Santos e Ricardo Loiola Edvan e Dr^a. Juliana Silva de Oliveira por toda excelência de orientação, e confiança.

A todos os professores que transmitiram seus conhecimentos e aos que fazem parte do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia.

Aos integrantes das minhas turmas de disciplinas e do programa.

Aos técnicos e todos os funcionários das instituições UFPI, UFPB e aos funcionários da Fazenda Escolar Alvorada do Gurguéia.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro a mim concedido.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) por financiar essa pesquisa.

Aos integrantes dos grupos de estudo mais completos que conheci, Grupo de Estudos em Forragicultura (GEF-UFPB/CCA) e Núcleo de Estudos em Forragicultura (NUEFO-UFPI/CPCE) que contribuíram significativamente para a realização deste trabalho.

Aos amigos da antiga residência de pós-graduação da UFPB.

A Universidade Estadual do Piauí, onde iniciei meu curso superior de Bacharelado em Zootecnia.

E a todos aqueles que tornaram esta concretização possível.

A todos vocês, meus sinceros agradecimentos. Muito Obrigado!

“As coisas sempre parecem impossíveis até que sejam feitas”.

Nelson Mandela

USO DE DIFERENTES REVESTIMENTOS NA PRODUÇÃO DE PRÉ-SECADO DE GRAMÍNEAS TROPICAIS

RESUMO

Foram realizados dois experimentos com pré-secado, um com capim-marandu e outro com capim-tanzânia, ambos com o mesmo objetivo, que consistiu em avaliar a quantificação gasosa, temperatura, características de fermentação, composição química e estabilidade aeróbia em pré-secado revestido com filmes de diferentes espessuras. Foram testados quatro filmes plásticos de diferentes espessuras no revestimento de pré-secado (10, 11, 13 e 27 μ m) associado aos tempos de armazenamento e durante a estabilidade aeróbia (0, 48 e 96 h) em delineamento inteiramente casualizado com três repetições organizados em esquemas fatoriais. A quantificação gasosa e a temperatura foram avaliadas nas primeiras 48 h (4 \times 4), quatro filmes e quatro tempos de armazenamento (0, 12, 24 e 48 h) e nos dias de armazenamento (4 \times 5), quatro filmes e cinco tempos de armazenamento (0, 7, 15, 30 e 60 d). As características fermentativas foram avaliadas em esquema fatorial (4 \times 4), quatro filmes e quatro tempos de armazenamento (7, 15, 30 e 60 d). Nas avaliações durante a estabilidade aeróbia (4 \times 3), quatro filmes e três tempos de armazenamento (0, 48 e 96 h). A composição química foi avaliada apenas na abertura de 60 dias. No capim-marandu a concentração de oxigênio estabilizou às 12 h abaixo de 5% e o dióxido de carbono após 7 d com 37,17%. Houve pouca variação no pH, os menores valores foram aos 60 dias (pH 5,13 a 5,4). Teve predominância de mofos e leveduras com pouca variação entre os filmes (7,02 a 7,51 log₁₀ ufc g⁻¹), bactérias lácticas (5,54 a 6,11 log₁₀ ufc g⁻¹) e enterobactérias (6,34 a 6,84 log₁₀ ufc g⁻¹). Houve efeito apenas para matéria seca, com maior média para 13 μ m (522,4 g kg⁻¹ MS). Já no capim-tanzania, a concentração de O₂ estabilizou às 12 h abaixo de 4%. O pH mais elevado foi no filme de 27 μ m aos 7 e 15 dias (pH 7,15 e 6,54), respectivamente, já aos 60 dias, todos os filmes tiveram pH semelhante. Maiores médias de mofos e leveduras foram observadas no filme de 27 μ m (7,13 log₁₀ ufc g⁻¹) e 13 μ m (7,32 log₁₀ ufc g⁻¹) no efeito do filme. O filme de 13 μ m proporcionou maior teor de matéria seca (655 g kg⁻¹) e proteína bruta (140,9 g kg⁻¹ de MS). Em ambos experimentos todos os revestimentos permitiram baixa fermentação de ácidos orgânicos e concentração de nitrogênio amoniacal, assim como temperatura estável durante estabilidade aeróbia de 96 h. Dessa forma, filmes de 10, 11, 13 e 27 μ m de espessura podem ser utilizados no revestimento de pré-secado de capim-marandu e capim-tanzânia. Recomenda-se a utilização aos 60 dias de armazenamento.

Palavras-chave: Ácidos orgânicos. Composição química. Estabilidade aeróbia. Gases. *Panicum maximum*. *Urochloa brizantha*

USE OF DIFFERENT COATINGS IN THE PRODUCTION OF HAYLAGE OF TROPICAL GRASSES

ABSTRACT

Two experiments were carried out with haylage, one with marandu grass and the other with tanzania grass, both with the same objective, which consisted of evaluating the gas quantification, temperature, fermentation characteristics, chemical composition and aerobic stability of the haylage coated with films of different thicknesses. Four plastic films of different thicknesses were tested as haylage coating (10, 11, 13 and 27 μm) associated to storage times and during aerobic stability (0, 48 and 96 h) in a completely randomized design with three replications organized in factorial schemes. Gas quantification and temperature were evaluated in the first 48 h (4×4), being four films and four storage times (0, 12, 24 and 48 h) and over the storage days (4×5), four films and five storage times (0, 7, 15, 30 and 60 d). The fermentative characteristics were evaluated in a factorial scheme (4×4), being four films and four storage times (7, 15, 30 and 60 d). In the evaluations during aerobic stability (4×3), there were four films and three storage times (0, 48 and 96 h). The chemical composition was evaluated only after the opening at 60 days. In the marandu grass, the oxygen concentration stabilized at 12 h below 5% and the carbon dioxide after 7 d with 37.17%. There was little variation in pH, and the lowest values were observed at 60 days (pH 5.13 to 5.4). There was a predominance of molds and yeasts with little variation between the films (7.02 to 7.51 \log_{10} cfu g^{-1}), as well as lactic acid bacteria (5.54 to 6.11 \log_{10} cfu g^{-1}) and enterobacteria (6.34 to 6.84 \log_{10} cfu g^{-1}). There was effect only on the dry matter, with the highest average in the treatment of 13 μm (522.4 g kg^{-1} DM). In the Tanzania grass, the O_2 concentration stabilized at 12 h below 4%. The highest pH was in the 27 μm film at 7 and 15 days (pH 7.15 and 6.54, respectively), whereas at 60 days, all films had a similar pH. Higher averages of molds and yeasts were observed in the film of 27 μm (7.13 \log_{10} cfu g^{-1}) and 13 μm (7.32 \log_{10} cfu g^{-1}) in the effect of the film. The film of 13 μm provided a higher content of dry matter (655 g kg^{-1}) and crude protein (140.9 g kg^{-1} DM). In both experiments, all coatings allowed low fermentation of organic acids and low ammoniacal nitrogen concentration, as well as a stable temperature during the aerobic stability of 96 h. Thus, films of 10, 11, 13 and 27 μm of thickness can be used in the coating of haylage of marandu and tanzania grass. The use is recommended after 60 days of storage.

Keywords: Aerobic stability. Chemical composition. Gases. Organic acids. *Panicum maximum*. *Urochloa brizantha*

LISTA DE TABELAS

Capítulo I.

Tabela 1 - Levantamento de produtividade de matéria seca (MS) de gramíneas tropicais em diferentes épocas.....	22
Tabela 2 - Levantamento da densidade (kg m^{-3} MS) de fardos de pré-secado.....	25
Tabela 3 - Contagem microbiológica de pré-secado em unidades formadoras de colônias (ufc) expressa em $\log \text{ufc g}^{-1}$	28
Tabela 4 - Características fermentativas pré-secado.....	29
Tabela 5 - Levantamento de composição química (g kg^{-1} MS) de pré-secado de gramíneas...30	

Capítulo II

Tabela 1 - Atributos químicos do solo pertencente a área experimental.....	41
Tabela 2 - Composição química, pH e quantificação microbiológica antes do revestimento do pré-secado.....	43
Tabela 3 - Teores de oxigênio (O_2), dióxido de carbono (CO_2) e temperatura em pré-secado de capim-marandu revestido com diferentes filmes plásticos.....	49
Tabela 4 - Médias de pH e quantificações microbiológicas ($\log_{10} \text{ufc g}^{-1}$) em pré-secado de capim-marandu revestido com diferentes filmes plásticos aos 7, 15, 30 e 60 dias de armazenamento.....	51
Tabela 5 - Médias de ácidos orgânicos e nitrogênio amoniacal (N-NH_3) em pré-secado de capim-marandu revestido com diferentes filmes plásticos aos 7, 15, 30 e 60 dias de armazenamento.....	54
Tabela 6 - Composição química do pré-secado de capim-marandu após 60 dias de armazenamento.....	56
Tabela 7 - Quantificação microbiológica ($\log_{10} \text{ufc g}^{-1}$) de pré-secado de capim-marandu durante a estabilidade aeróbia.....	57
Tabela 8 - Médias de pH, ácidos orgânicos e nitrogênio amoniacal de pré-secado de capim-marandu durante a estabilidade aeróbia.....	58

Capítulo III

Tabela 1 - Atributos químicos do solo pertencente a área experimental.....	73
Tabela 2 - Composição química, pH e quantificação microbiológica antes do revestimento do pré-secado.....	74
Tabela 3 - Teores de oxigênio (O ₂), dióxido de carbono (CO ₂) e temperatura em pré-secado de capim-tanzânia revestido com diferentes filmes plásticos.....	81
Tabela 4 - Médias de pH e quantificações microbiológicas (log ₁₀ ufc g ⁻¹) em pré-secado de capim-tanzânia revestido com diferentes filmes plásticos aos 7, 15, 30 e 60 dias de armazenamento.....	82
Tabela 5 - Médias de ácidos orgânicos e nitrogênio amoniacal (N-NH ₃) em pré-secado de capim-tanzânia revestido com diferentes filmes plásticos aos 7, 15, 30 e 60 dias de armazenamento.....	84
Tabela 6 - Composição química do pré-secado de capim-tanzânia após 60 dias de armazenamento.....	85
Tabela 7 - Quantificação microbiológica (log ₁₀ ufc g ⁻¹) de pré-secado de capim-tanzânia durante a estabilidade aeróbia.....	86
Tabela 8 - Médias de pH, ácidos orgânicos e nitrogênio amoniacal de pré-secado de capim-tanzânia durante a estabilidade aeróbia.....	87

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I

Figura 1 - Escala da umidade (%) de feno, pré-secado e silagem.....24

Capítulo II

Figura 1 - Dados meteorológicos durante o período de descanso.....42

Figura 2 - Ilustração das avaliações no interior de pré-secado de capim-marandu: a) oxigênio e temperatura e b) dióxido de carbono no interior de pré-secado de capim-marandu.....44

Figura 3 - Ilustração dos canos PVC nos fardos de pré-secado: a) PVC antes do revestimento e b) PVC após o revestimento do fardo.....44

Figura 4 - Concentração de oxigênio no interior de pré-secado de capim-marandu revestidos com filmes plásticos de diferentes espessuras. FC: filme convencional 27 μ m, F10: filme 10 μ m, F11: filme 11 μ m e F13: filme 13 μ m, nos tempos 0, 12, 24 e 48 horas após fechamento.....47

Figura 5 - Concentração de dióxido de carbono no interior de pré-secado de capim-marandu revestidos com filmes plásticos de diferentes espessuras. FC: filme convencional 27 μ m, F10: filme 10 μ m, F11: filme 11 μ m e F13: filme 13 μ m, nos tempos 0, 12, 24 e 48 horas após fechamento.....48

Figura 6 - Temperatura no interior dos pré-secados de capim-marandu revestidos com filmes plásticos de diferentes espessuras. FC: filme convencional 27 μ m, F10: filme 10 μ m, F11: filme 11 μ m e F13: filme 13 μ m, nos tempos 0, 12, 24 e 48 horas após fechamento.....48

Figura 7 - Temperaturas superficiais em pré-secados de capim-marandu revestidos com filmes plásticos de diferentes espessuras: FC: filme convencional 27 μ m, F10: filme 10 μ m, F11: filme 11 μ m e F13: filme 13 μ m às 0, 24, 48, 72 e 96 horas de exposição ao ar.....59

Figura 8 - Temperaturas internas em pré-secados de capim-marandu revestidos com filmes plásticos de diferentes espessuras: FC: filme convencional 27 μ m, F10: filme 10 μ m,

F11: filme 11 μ m e F13: filme 13 μ m às 0, 24, 48, 72 e 96 horas de exposição ao ar.....	59
---	----

Capítulo III

Figura 1 - Dados meteorológicos durante o período de descanso.....	74
Figura 2 - Concentração de oxigênio no interior de pré-secado de capim-tanzânia revestidos com filmes plásticos de diferentes espessuras. FC: filme convencional 27 μ m, F10: filme 10 μ m, F11: filme 11 μ m e F13: filme 13 μ m, nos tempos 0, 12, 24 e 48 horas após fechamento.....	78
Figura 3 - Concentração de dióxido de carbono no interior de pré-secado de capim-tanzânia revestidos com filmes plásticos de diferentes espessuras. FC: filme convencional 27 μ m, F10: filme 10 μ m, F11: filme 11 μ m e F13: filme 13 μ m, nos tempos 0, 12, 24 e 48 horas após fechamento.....	79
Figura 4 - Temperatura no interior dos pré-secados de capim-tanzânia revestidos com filmes plásticos de diferentes espessuras. FC: filme convencional 27 μ m, F10: filme 10 μ m, F11: filme 11 μ m e F13: filme 13 μ m, nos tempos 0, 12, 24 e 48 horas após fechamento.....	79
Figura 5 - Temperaturas superficiais em pré-secados de capim-tanzânia revestidos com filmes plásticos de diferentes espessuras: FC: filme convencional 27 μ m, F10: filme 10 μ m, F11: filme 11 μ m e F13: filme 13 μ m às 0, 24, 48, 72 e 96 horas de exposição ao ar.....	88
Figura 6 - Temperaturas internas em pré-secados de capim-tanzânia revestidos com filmes plásticos de diferentes espessuras: FC: filme convencional 27 μ m, F10: filme 10 μ m, F11: filme 11 μ m e F13: filme 13 μ m às 0, 24, 48, 72 e 96 horas de exposição ao ar.....	88

LISTA DE SÍMBOLOS

% – Percentual

' – Grau em minuto

” – Grau em segundo

μm – Micras

Al – Alumínio

Ca – Cálcio

cm – Centímetro

CO₂ – Símbolo da molécula de gás carbônico

d – Dia

g – Grama

g kg⁻¹ – Grama por quilograma

h – Hora

H₂O – Símbolo da molécula de água

H₂SO₄ – Símbolo da molécula de ácido sulfúrico

ha – Hectare

K – Potássio

K₂O – Cloreto de potássio

kg – Quilograma

kg m⁻³ – Quilograma por metro cúbico

m – Metro

Mg – Magnésio

mg – Miligrama

mL – Mililitro

mm – Milímetro

N – Nitrogênio

N₂ – Símbolo da molécula de gás nitrogênio

nm – Nanômetro

N-NH₃ – Nitrogênio amoniacal

N-NH₃ %NT – Nitrogênio amoniacal em relação ao percentual de nitrogênio total

° – Grau

O₂ – Símbolo da molécula de gás oxigênio

°C – Grau Celsius

P – Fósforo

P₂O₅ – Pentóxido de fósforo

t ha⁻¹ – Tonelada por hectare

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- BAL – bactérias lácticas
- BDA – Batata dextrose ágar
- CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
- CCA – Centro de Ciências Agrárias
- CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
- CPCE – *Campus* Professora Cinobelina Elvas
- CS – Carboidratos solúveis
- CT – Carboidratos totais
- DIC – Delineamento inteiramente casualizado
- Dr. – Doutor
- Dr.^a. – Doutora
- EE – Extrato etéreo
- ENT – Enterobactérias
- EPM – Erro-padrão da média
- F10 – Filme com 10 micras de espessura
- F11 – Filme com 11 micras de espessura
- F13 – Filme com 13 micras de espessura
- FC – Filme convencional
- FDA – Fibra em detergente ácido
- FDN – Fibra em detergente neutro
- GEF – Grupo de Estudos em Forragicultura
- HPLC – high performance liquid chromatography
- IAF – Índice de área foliar
- ML – Mofo e levedura
- MM – Matéria mineral
- MN – Matéria natural
- MO – Matéria orgânica
- MS – Matéria seca
- NT – Nitrogênio total
- NUEFO – Núcleo de Estudos em Forragicultura
- PB – Paraíba

PB – Proteína bruta

PDIZ – Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia

PE – Polietileno

pH – Potencial hidrogeniônico

PI – Piauí

PRNT – Poder relativo de neutralização total

Prof. – Professor

Prof^a. – Professora

P-valor – Valor de significância

PVC – Policloreto de vinila

SAS – Statistical analysis system

SB – Soma de bases

CTC – Capacidade de troca catiônica

ufc – Unidade formadora de colônia

UFPB – Universidade Federal da Paraíba

UFPI – Universidade Federal do Piauí

UV – Ultra violeta

V – Índice de saturação de bases

SUMÁRIO

Considerações Iniciais	18
Capítulo I. Revisão de Literatura: Pré-secado de gramíneas tropicais	20
1 introdução	21
2 Pastos Tropicais	22
3 Pré-secado.....	24
3.1 Revestimento de pré-secado	26
3.2 Atmosfera modificada	26
3.3 Microbiologia em pré-secado	27
3.4 Principais fermentações em pré-secado.....	29
3.5 Composição química de pré-secado	30
4 Considerações	31
Referências	32
Capítulo II. Pré-secado de capim-marandu revestido com filmes plásticos de diferentes espessuras	37
Introdução.....	39
Material e Métodos	41
Resultados e Discussões	47
Conclusões.....	61
Referências	62
Capítulo III. Pré-secado de capim-tanzânia revestido com filmes plásticos de diferentes espessuras	69
Introdução.....	71
Material e Métodos	72
Resultados e Discussão.....	77
Conclusões.....	90
Referências	91
Considerações Finais e Implicações	97

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A pecuária brasileira vive em ascensão econômica principalmente na criação de ruminantes. Contudo, em grande parte do território nacional apresenta sazonalidades de produção de forragem, forçando aos produtores aumentarem seus custos de produção com a compra de concentrados afim de manter-se competitivos no mercado. Dessa forma, é necessário um bom planejamento forrageiro e dotar métodos de conservação de forragem para minimizar os custos de alimentação animal.

As gramíneas tropicais mais cultivadas para pastagens no Brasil são do gênero *Urochloa* e *Panicum*, a maior produção de genótipos dessas gramíneas se concentra no período chuvoso, época em que há excedente de produção que pode ser conservado. Também pode ser dotado no planejamento um manejo de produção com finalidade de conservá-las, em ambas situações pode ser empregado o método de fardos pré-secado.

O pré-secado é uma forma de conservação de forragem onde a planta é pré-secada até atingir matéria seca de 400 a 600 g kg⁻¹, geralmente compactada em fardos e revestida por filmes plásticos para uma fermentação anaeróbia. Comumente os fardos são armazenados no campo ou em galpões até sua utilização. É um método já consolidado na América do Norte e na Europa e pode ser utilizado para conservar gramíneas tropicais.

Os filmes plásticos utilizados nos revestimentos de pré-secado têm funções de proteção e anaerobiose, entretanto a espessura dos filmes utilizados pode interferir nas condições ideais para a fermentação, pois nem todos são impermeáveis aos gases. Dessa forma, estudos com filmes e determinação dos gases pode ser relevante.

A tecnologia de filmes plásticos utilizados para modificar atmosfera de produto vegetais podem ser empregados na conservação de forragem. Trata-se de filmes permeáveis aos gases oxigênio (O₂) e dióxido de carbono (CO₂), mantendo um equilíbrio com baixa concentração de O₂ e elevada de CO₂, que pelo seu efeito fungistático evita a deterioração do produto. Sendo que o equilíbrio entre esses gases depende de várias características, entre elas a respiração do produto e principalmente da espessura do filme plástico. Estes filmes são fáceis de encontrar e tem preços acessíveis. Assim, se faz necessário testar esses filmes no revestimento de pré-secado de gramíneas tropicais através de avaliações das características da forragem durante e após a conservação.

Esta tese apresenta-se dividida em três capítulos. Capítulo I. “Revisão de Literatura: Pré-secado de gramíneas tropicais”; Capítulo II. “Pré-secado de capim-marandu revestido com

filmes plásticos de diferentes espessuras”; Capítulo III. “Pré-secado de capim-tanzânia revestido com filmes plásticos de diferentes espessuras”.

CAPÍTULO I

Revisão de Literatura: Pré-secado de gramíneas tropicais

Revisão de Literatura

1 INTRODUÇÃO

No cenário do mercado atual na pecuária são utilizados animais precoces, com ciclo mais curto, para produção de leite e carne, exigindo assim alimentos de alta qualidade. Dessa forma, a alimentação deve ser de qualidade e os volumosos constituem a principal fonte de fibra na alimentação dos animais, além de fornecer outros nutrientes. No entanto, as regiões tropicais são conhecidas por apresentar sazonalidade na produção de massa de forragem, e neste caso a conservação, para período de escassez é de fundamental importância. Geralmente os produtores rurais utilizam técnicas para conservação de forragem, onde as mais tradicionais são fenação e a ensilagem, de modo que o pré-secado ainda é uma técnica de conservação pouco utilizada no Brasil.

A utilização de forragens conservadas na alimentação de animais ruminantes durante o período seco, tende a elevar-se. A suplementação com uso de silagem, feno e pré-secado no Brasil na dieta dos animais, tem perspectivas para o uso entre 11 e 30% em 2020 e entre 31 e 50% até 2025, evolução significativa para o período (SENAR, 2015). Neste cenário, a conservação de gramíneas forrageiras tropicais cultivadas em pastagens é uma ótima opção no fornecimento de volumosos, sendo alternativa para substituir parcialmente as silagens tradicionais de milho e sorgo (Zamarchi et al., 2014).

A produção significativa das plantas tropicais de pasto que possuem no momento do corte elevado teor de umidade pode ser conservada por meio dos procedimentos da pré-secagem, prática intermediária entre a ensilagem e a fenação, tornando uma alternativa de oferta de alimento volumoso e assim assume a redução de gastos com compra de alimentos concentrados mais caros. Neste sentido faz-se necessário estabelecer forrageiras produtivas e adaptadas a região assim como colhê-las no estágio em que permita obter alta produção com elevado valor nutritivo (Amorim et al., 2017).

A desidratação parcial da planta através da pré-secagem, pode permitir que as plantas sejam armazenadas e utilizadas na alimentação dos animais (Pereira; Reis, 2001). Contudo, a fermentação restringe com aumento da matéria seca, tornando a conservação de pré-secado por meio de uma combinação do emurchecimento e o armazenamento hermético e não pela fermentação láctica com rápida queda do pH (Müller, 2018), resultando em menor teor de ácido láctico (McEniry et al., 2008) e susceptibilidade ao crescimento de fungos (O'Brien et al.,

2007). Assim, os revestimentos utilizados corretamente, mantêm a integridade da vedação, reduzindo a extensão da atividade fúngica ou mantendo o controle do crescimento de microrganismos que causam deterioração (Nath et al., 2018; Keles et al., 2009; O'Brien et al., 2007), contribuindo assim para conservação de alimento para os animais.

Esta revisão retrata a caracterização geral de pré-secado de gramíneas tropicais discutindo as formas de conservação com ênfase na qualidade e particularidades do pré-secado.

2 PASTOS TROPICAIS

A maximização da produção animal é obtida pelo manejo efetivo das pastagens por meio do equilíbrio da produção de forragem e conversão animal, em que é indispensável o conhecimento do potencial produtivo das forrageiras tropicais em cada zona fisiográfica, fato fundamental na sustentabilidade da pecuária (Santos et al., 2003). As plantas constituintes das pastagens, são aquelas consumidas por animais herbívoros de interesse produtivo, estas desenvolveram ao longo de sua evolução, mecanismos de escape ao superpastejo e aos predadores, e também adaptação a condições edafoclimáticas adequadas à sua sobrevivência e dispersão, a exemplo são as gramíneas africanas, tais como as dos gêneros *Panicum*, *Brachiaria*, *Pennisetum*, atualmente mais utilizadas para formação de pastagens tropicais no Brasil (Valle et al., 2009).

A distribuição pluvial em regiões tropicais divide-se em períodos que permitem sazonalidades de produção regular (período chuvoso) e baixa produção de massa de forragem (período seco), obrigando aos pecuaristas adotarem estratégias para permanecerem competitivos nas suas atividades. As diferenças na produção das forragens durante o ano são visíveis (Tabela 1).

Tabela 1 - Levantamento de produtividade de matéria seca (MS) de gramíneas tropicais em diferentes épocas

Gramínea	MS (t ha ⁻¹)		Autores
	Verão	Inverno	
Capim-colonião	3,71	1,42	Valentim; Moreira (2001)
Capim-tobiatã	5,63	1,39	
BRA-006670	4,40	1,41	
Capim-massai	6,70	1,91	Sales et al. (2013)
Capim-marandu	4,70	2,65	

Fonte: Adaptado de Valentim; Moreira (2001) e Sales et al. (2013).

Observa-se que no gênero *Panicum* o comportamento de redução de 2,29 a 4,79 t ha⁻¹ MS no período chuvoso em relação ao período seco, já no capim-marandu a diferença é de 2,05 t ha⁻¹ MS. O aproveitamento da planta pelo manejo do pasto é prioritário sobre o aumento da produção de forragem (Gimenes et al., 2011). Conforme Gurgel et al. (2016), as taxas de acúmulo no período seco podem ser nulas, além de potencialização do processo de senescência, isso afeta em perda de qualidade das plantas forrageiras.

Mesmo sob manejos adequados, existe déficit na produção de forragem no decorrer do ano (período seco), o que força a redução da capacidade de suporte ou aumento dos gastos com aquisição de insumos para alimentar os animais. É possível conservar gramíneas utilizadas em pastagens, porém, o fator limitante é a dificuldade para produzir silagem e feno de qualidade, devido estas não possuírem as características adequadas. Pois, na silagem a planta tem que apresentar teor de matéria seca entre 30 a 35% e carboidratos solúveis deve estar em uma faixa de 8 a 10% (McDonald et al., 1991), além de baixo poder tampão, características importantes para fornecer boa fermentação. Para fenação o adequado é a planta possuir folhas estreitas, colmos finos, associado à elevada relação folha/colmo (Silva et al., 2011) para permitir uma rápida desidratação. Assim o pré-secado surge como uma excelente opção para conservar gramíneas que não possuem essas especificações. Dessa forma, não precisaria plantar áreas extras para o cultivo de espécies forrageiras tradicionais conservação de feno e silagem, fato que torna a produção de alimento menos onerosa.

Com relação ao uso de pré-secado na alimentação animal, este pode ser fornecido como a principal fonte de volumoso ou como suplemento (Jimenez Filho, 2013). De acordo com Bernard et al. (2010) pré-secado de capim-tifton 85 pode ser utilizado para fornecer até 12,5% da MS da dieta, sem afetar o consumo de matéria seca ou a produção de vacas Holandesas em lactação de alto desempenho, quando as dietas são formuladas para fornecer concentrações semelhantes de FDN. Também pode ser associada à silagem de sorgo sem comprometer o consumo e a digestibilidade dos bovinos de corte (Pereira et al., 2007).

Souza et al. (2006) não obtiveram diferença em bovinos de corte para consumo de PB, MO, EE e CT com médias 1,20; 9,05; 0,52 e 7,34 kg dia⁻¹ respectivamente, com a relação de volumoso:concentrado de 60:40, quando os volumosos foram pré-secados de capim-tifton 85 e silagem de sorgo do híbrido forrageiro nas proporções 100:0; 68:32; 34:66 e 0:100, respectivamente, com base na MS, resultando em ganho médio diário 1,04 1,26 1,20 1,19 kg dia⁻¹ respectivamente. No entanto, é fundamental que o corte seja realizado de forma semelhante ao utilizado no manejo normal de cada pastagem (Zanine et al., 2019). Müller

(2011) relatou que uma colheita tardia para pré-secado pode prolongar o tempo de alimentação para equinos devido a um maior tempo de alimentação por kg de MS.

3 PRÉ-SECADO

Em virtude das características supracitadas para conservação de silagem e feno, o pré-secado vem sendo utilizado na conservação dessas forrageiras. Conforme Neres; Ames (2015) atualmente os produtores de feno estão se especializando na produção de pré-secado, tendo em vista a menor necessidade do tempo de exposição do material ao sol, evitando assim perdas do material cortado, além de fornecer um alimento úmido de boa aceitação pelos animais.

O pré-secado (haylage ou baleage) ressurgiu como opção de conservação de forragem de menor custo e, que pode fornecer energia para os animais (Gladney, 2013). A massa de forragem é desidratada de forma parcial (não atinge o ponto de feno) e é conservada sob fermentação por microrganismos anaeróbicos (Domingues, 2009), com um teor de umidade entre 40 a 60% (Jimenez filho, 2013), em que a planta inteira, após a desidratação, é compactada em fardos cilíndricos ou retangulares e revestidos com filmes plásticos.

Os teores de umidade de conservação de forragens feno, pré-secado e silagem (Figura 1), são teores recomendados em que se permite obtenção de alimentos volumosos com maior segurança e qualidade. O feno apresenta um baixo teor de umidade entre 10 a 20% (Dantas; Negrão, 2010) chamado de ponto de feno, que é quando o material tem teor de umidade que não irá prejudicar o material conservado, em termos de perdas e qualidade. O teor de umidade do pré-secado geralmente está de 40 a 60%, este valor de umidade reduz perdas no campo quando comparado ao feno (Stallings et al., 1979), pois o material permanece por um período menor no campo, reduzindo os riscos com eventuais problemas climáticos. Para silagem, a planta deve ser ensilada com teor de matéria seca entre 30 a 35% (McDonald et al., 1991).



Figura 1 - Escala da umidade (%) de feno, pré-secado e silagem.

A qualidade do pré-secado pode ser influenciada por vários fatores, tais como: o tempo de desidratação das plantas forrageiras do corte até o enfardamento, assim como o revestimento por filme plásticos e armazenamento. Quando as etapas de produção não são bem sucedidas, podem ocorrer a presença de bolores e bactérias promovem fermentações indesejáveis, pois a umidade elevada e acidez baixa, permitem proliferação de fungos e até mesmo *Clostridium* (Domingues, 2009).

O ideal do corte de gramíneas para produzir pré-secado é no estágio vegetativo, pois permite produto de melhor qualidade nutricional. É evidente que forragens submetidas a conservações anaeróbicas, perde gradualmente seu valor nutritivo, obtendo produto de qualidade diferente (Bergero; Peiretti, 2011). Por outro lado, a perda da qualidade ocorre em todos os processos de conservação e vai depender da relação entre espécie forrageira e procedimento de conservação (ensilagem, fenação e pré-secado), dos equipamentos utilizados e da qualificação da mão de obra. Entre os parâmetros de qualidade mais importantes para determinar a qualidade de uma massa de forragem conservada estão o conteúdo de matéria seca e proteína bruta além do pH (Ince et al., 2016). Também é importante alcançar uma densidade que seja fundamental para manter condições anaeróbicas, pois microrganismos são menos ativos, com menor atividade de fermentação em relação as silagens (Romero et al., 2015).

Não existe uma densidade padrão, no entanto atentar-se em obter compactação que permita a maior densidade possível (Tabela 2). Demarchi; Bernardes (2002) relatam variação na densidade em fardos retangulares ($1,4 \times 1,2 \times 1,4$ m) de 319 a 340 kg m⁻³ de forragem. Já Ince et al. (2016) trabalharam com densidades 305 e 336 kg m⁻³ de MN, em que os autores não constataram diferença, e os teores foram de 48 e 51% de MS e pH de 4,9 e 5,0 respectivamente.

Tabela 2 - Levantamento da densidade (kg m⁻³ de MS) de fardos de pré-secado

Umidade (%)	Densidade (kg m ⁻³)	Fonte
48 e 51	148 – 172	Ince et al. (2016)
54	122	Nath et al. (2018)
54,9-58,3	126-145	Schenck; Müller (2014)

3.1 Revestimento de pré-secado

A preservação da massa de forragem pré-secada vai depender do filme plástico utilizado, pois este que vai manter o fardo protegido para fermentações (Romero et al., 2015) e fazer o controle atmosférico no seu interior (Demarchi; Bernardes, 2002). Assim, a espessura da embalagem deve ser analisada com cautela, pois essa pode interferir na qualidade do pré-secado, através do controle atmosférico entre a quantidade de CO₂ e O₂ e da manutenção da atmosfera anaeróbica dentro do fardo, sendo que o plástico utilizado deverá ser resistente a eventuais avarias, como perfurações.

Em fardos nos quais se utilizam filmes de polietileno, um mínimo de 6 a 8 camadas se faz necessário, porém é recomendável aplicar de 10 a 12 camadas nas extremidades. No geral, as recomendações de aplicações em fardos individuais são pelo menos seis camadas, sendo duas na primeira passagem, e quatro adicionais, assim permitindo que os fardos possam permanecer armazenados por mais de 8 meses (Hancock, 2017). O filme plástico deve impedir a entrada de água, proteção de ataques de animais e condição mais anaeróbica possível (Snell et al., 2003).

Os fardos proporcionam alta área de superfície de contato com o filme plástico utilizado, sendo o principal responsável pela proteção em manter o interior com condições adequadas para fermentação. A espessura ao mesmo tempo que promove proteção pode levar ao maior custo como afetar na qualidade de forragens conservadas, além disso um objetivo ambiental é reduzir a quantidade de plásticos na agropecuária, que pode ser conseguida pela redução da espessura do filme (Snell et al., 2002). Isso pode ser minimizado com uso de outros tipos de filmes plásticos com menor espessura, sendo filmes em atmosfera modificada uma opção a ser testado.

3.2 Atmosfera modificada

Procedimentos de controlar a atmosfera na conservação de alimento já são amplamente empregados para conservar vegetais utilizados na alimentação humana e podem ser empregados na conservação de forragem. Essa técnica tem como principal objetivo aumentar o tempo de conservação de alimentos de origem vegetais através do controle de gases promovido pela embalagem. O aumento do prazo comercial deste método de conservação de alimentos deve-se

ao efeito inibitório do gás carbônico (CO₂) sobre os diferentes tipos microbianos e à redução ou remoção do oxigênio (O₂) do interior da embalagem (Mantilla et al. 2010a).

A modificação da atmosfera em uma embalagem plástica pode ser estabelecida de forma passiva ou ativa (Arruda et al., 2004). A atmosfera modificada passiva se estabelece pela própria respiração do produto e permeabilidade do material de filme (tipo de filme plástico), enquanto em atmosfera modificada ativa é feita uma injeção de gases no filme, no momento em que o produto é embalado. Segundo Sigrist et al. (2002) a atmosfera modificada refere-se ao armazenamento de alimentos que respiram em atmosferas cujas concentrações de O₂, CO₂ e nitrogênio (N₂) são diferentes daquelas encontradas na composição natural do ar ambiental (21% de O₂, 0,03% de CO₂ e 7% de N₂).

Produtos que respiram após serem embalados consomem O₂ e liberam o CO₂ no meio. Roversi e Masson (2005) relatam que o objetivo das embalagens no controle atmosférico é respeitar os limites mínimos de O₂ e máximos de CO₂ de forma a evitar que ocorra a respiração anaeróbia ou alterações fisiológicas indesejáveis no material. O gás CO₂ é um inibidor do crescimento bacteriano e de fungos, seu modo de ação depende da dissolução do gás no produto embalado, quando o CO₂ se dissolve em água este acidifica o meio (Mantilla et al., 2010b). A acidificação assim como o efeito antimicrobiano do CO₂ nas concentrações maiores que 10-15% na embalagem, pode suprimir o crescimento de muitos microrganismos deteriorantes (Brody, 1995).

Dessa forma o tipo de embalagem é extremamente importante no controle atmosférico e varia de acordo com o tipo de vegetal armazenado. Entre os filmes plásticos comumente aplicados no acondicionamento de produtos que respiram está o polietileno (PE) de baixa densidade que, além do baixo custo e disponibilidade no mercado apresenta boa barreira ao vapor de água, permeabilidade aos gases relativamente alta e resposta favorável a termoselagem (Roversi; Masson 2005). Diante disso, filmes com essas características devem ser testados em pré-secado.

3.3 Microbiologia em pré-secado

Contagens de enterobactérias, leveduras e bolores podem ser de maior interesse, uma vez que sua presença na cultura pré-conservada pode influenciar negativamente a qualidade de higiene e estabilidade do armazenamento aeróbio (Schenck; Müller, 2013). Como pode ser visto

(Tabela 3), há um breve levantamento das contagens microbiológicas em pré-secado, que tem importância fundamental na avaliação qualitativa.

Tabela 3 - Contagem microbiológica de pré-secado em unidades formadoras de colônias (ufc) expressa em log ufc g⁻¹

pH	<i>Clostridium</i>	Levedura	Mofo	Enterobactérias	BAL	Autor
5,37	5,99	-	-	2,01	5,83	1
5,04	2,13	1,03	4,47	-	-	2
-	1,64	4,96	1,26	1,48	4,53	3
5,58	<1,5	6,12	<1,5	1,5	5,49	4

Fonte: Compilado de 1: Nath et al. (2018), 2: Arriola et al. (2015), 3: Schenck; Müller (2013) e 4: Müller (2009). BAL: bactérias lácticas.

A primeira etapa após o revestimento é a competição entre microrganismos epifíticos para usar carboidratos solúveis e produzir produtos de fermentação. Nesta fase microrganismos indesejáveis como enterobactérias, clostrídios e fungos também crescem, causando perdas nutricionais (Ridwan et al., 2015).

Para minimizar o risco de fermentação de clostrídios, a planta deve ser submetida a murcha, pois os clostrídios têm menor probabilidade de dominar o material conservado em forragens mais secas, devido estes não tolerar baixa atividade de água (Kung Jr. et al., 2010). As forragens conservadas com alto teor de MS conferem estabilização em pH elevado (Mota et al., 2011), o que explica a presença de enterobactérias, pois são inibidas ao baixo pH (Östling; Lindgren, 1995).

Bolores e leveduras podem degradar os açúcares residuais e o ácido láctico produzidos na fase anaeróbia (McDonald et al., 1991). O selo hermético é o fator chave na prevenção do desenvolvimento de fungos e outros patógenos aeróbicos em fardos. Embora o uso de fardos tenha sido proposto como uma prática alternativa de armazenamento de forragem onde a produção é desafiadora, o armazenamento de forragem em estágio avançado embalado em fardos individuais é ocasionalmente vulnerável à deterioração devido à fermentação deficiente (Han et al., 2014). Toda a dinâmica microbiana deve ser direcionada para a população de bactérias lácticas. A contagem mínima de bactérias lácticas é de 5 log cfu g⁻¹, conforme recomendado por Muck (1996). O aumento dessa população geralmente aumenta a concentração de ácido láctico (Ridwan 2015), que resultará na queda do pH e favorecer a conservação da forragem.

3.4 Principais fermentações em pré-secado

As principais fermentações de pré-secados estão listadas na Tabela 4. O nitrogênio amoniacal (N-NH₃) pode ser influenciado pelos teores de proteína bruta presente nas forragens no momento do corte, uma vez que esta variável é expressa como concentração total de nitrogênio (Pinho et al., 2013). O valor mínimo recomendado para essa variável, segundo McDonald et al. (1991) é de 10% do nitrogênio total.

O Capim-tifton 85 submetido a 523 g kg⁻¹ MS possui concentrações limitadas de açúcares, a fermentação não foi extensa, resultando em um pH superior ao normalmente esperado, mas não houve sinais visíveis de deterioração (Bernard et al., 2010). O desenvolvimento desses microrganismos está diretamente ligado ao pH e, na silagem, a inibição do crescimento é observada quando o pH é de 5,2, porém, sua perda de viabilidade ocorre apenas em pH mais ácido (Schocken-Iturrino et al., 2005). O pH do pré-secado, por possuir alto teor de matéria seca no enfardamento, limita a capacidade de fermentação bacteriana, pois não produz ácido suficiente e torna-se resistente à queda do pH, esta característica deve ser considerada junto com outros fatores, como capacidade tampão de forragem (Horst et al., 2017; Bernard et al., 2010; Jobim et al., 2007).

Tabela 4 - Características fermentativas pré-secado

Espécies	N-NH ₃	Ácidos orgânicos					Autor
		pH	Láctico	Acético	Propiônico	Butírico	
Capim-tifton 85*	2,46	6,04	2,15	0,55	0,06	0,02	1
Capim-tifton 85**	1,25	5,21	2,39	0,13	0,002	0,02	2
Azevém**	37***	5,90	0,0	3,70	0,00	0,00	3

Fonte: Compilado de 1: Bernard et al. (2010), 2: Costa et al. (2018) e 3: Bergero et al. (2002). NH₃: nitrogênio amoniacal. *Valores % da MS; **Valores g kg⁻¹ de MS, *** g kg⁻¹ NT.

Níveis elevados de ácido acético ocorrem devido à presença de bactérias heteroláticas e indicam alterações indesejáveis durante a fermentação, causando redução no consumo de silagem pelos animais (Nath et al., 2018). Müller (2011) observou níveis de 7,6 e 2,5 g kg⁻¹ MS para ácido láctico e ácido acético, 0,026 para N-NH₃ do nitrogênio total do pré-secado preservado em pH 6,10 e não observou importância biológica para as medidas digestivas realizadas. Os ácidos acéticos e butírico são mais fracos do que o ácido láctico (Coblentz et al., 2016). A fermentação acética pode ter efeito positivo na estabilidade aeróbia, pois este ácido tem efeito inibitório no crescimento de leveduras (Ranjit; Kung Jr, 2000).

São necessárias mais pesquisas sobre a qualidade higiênica de pré-secado, uma vez que a exposição ao ar rico em oxigênio pode iniciar o crescimento de microrganismos aeróbios (Müller, 2018), ocorrendo variações na estabilidade aeróbia de 12 horas (Müller 2009a) a 5 dias sem alterações no pH, CS, MS e temperatura (Müller 2009b) ou 7 dias com temperaturas constantes (Schenck; Müller, 2013).

3.5 Composição química de pré-secado

A composição química pode variar por diversas características, seja espécie, estágio de crescimento ou eficiência da conservação, (Tabela 5). Müller (2011) observou que o capim colhido em diferentes idades, cortado em junho, julho e agosto do mesmo crescimento primário, diferia na composição química, com a colheita mais precoce contendo a menor quantidade de fibra e lignina, enquanto o contrário ocorria na colheita de agosto. Esses fatores influenciam negativamente no valor nutritivo, refletindo no consumo e digestibilidade da forragem, afetando a produção animal (Cavalcanti et al., 2016). A qualidade de preservação do pré-secado nas mesmas condições do feno, tem composição química semelhante, dessa forma é uma forma de conservação aceitável (Bergero, 2011).

Tabela 5.- Levantamento de composição química (g kg⁻¹ MS) de pré-secado de gramíneas

Espécie	¹ Corte	MS	PB	FDN	FDA	Autor
Capim-tifton 85	28	513	188	691	321	Arriola et al. (2015)
	30	704,6	142,1	779,5	346,6	Costa et al. (2018)
Capim-atlas	50	522,4	63,9	777,6	508,4	
Capim-mombaça	50	433,9	69,1	745,9	454,2	Albuquerque (2016)
Capim-andropogon	50	392,2	63,6	768,6	465,3	

¹Dias de descanso após corte de uniformização, MS: matéria seca, PB: proteína bruta, FDN: fibra em detergente neutro e FDA: fibra em detergente ácido.

Alterações químicas em pré-secado foram constatadas em alguns trabalhos. Em pré-secados de capim-tifton 85 foi encontrada apenas na PB, que diminuiu em 13,5 g kg⁻¹ de MS, justificado pela proteólise durante 56 dias de fermentação (Costa et al., 2018). Já em fardos de Azevém italiano houve aumento de MS de 19 g kg⁻¹, 11 g kg⁻¹ de MS de PB, 27 g kg⁻¹ de MS de FDN e 49 g kg⁻¹ de MS de FDA (Andrighetto et al., 1997), o aumento na MS é devido ressecamento do pré-secado durante o armazenamento (Arriola et al., 2015), alterando a PB, FDN, FDA, os quais podem aumentar em relação a MS (Reis et al., 2001). São poucas as

alterações observadas, o que caracteriza o pré-secado um método de conservação de forragem adequado.

4 CONSIDERAÇÕES

Com base nos dados levantados nesta revisão, pode-se afirmar que o pré-secado é um método eficaz na conservação de forragem. Entretanto, ainda existe carência de estudos nas diversas gramíneas utilizadas em patejo. Sendo necessário pesquisas, principalmente envolvendo espécies forrageiras tropicas, compactação, revestimentos e sua utilização na alimentação animal.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, D.R. **Composição química de quatro espécies forrageiras sob diferentes métodos de conservação**. 2016. 31p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- AMORIM, D.S.; CARNEIRO, M.S.S.; NASCIMENTO, R.R.; SILVA, A.L. Pré-secado: uma alternativa para aumentar a segurança alimentar dos rebanhos no período de escassez de forragem. **Revista Electrónica de Veterinária**, v.18, n.11, p.1-13, 2017.
- ANDRIGHETTO, I.; BERZAGHI, P.; COZZI, G.; GOTTARDO, F.; ZANCAN, M. Conservation of spring cut Italian ryegrass as round bale silage: effect of stage of maturity on ensiling characteristics and forage nutritive value. **Journal of Agronomy and Crop Science**. v.179, p.251-256, 1997.
- ARRIOLA, K.G.; QUEIROZ, O.C.M.; ROMERO, J.J.; CASPER, D.; MUNIZ, E.; HAMIE, J.; ADESOGAN, A.T. Effect of microbial inoculants on the quality and aerobic stability of bermudagrass round-bale haylage. **Journal of Dairy Science**. v.98, n.1, p.478-485, 2015.
- ARRUDA, M.C.; JACOMINO, A.P.; SPOTO, M.H.F.; GALLO, C.R.; MORETTI, C.L. Conservação de melão rendilhado minimamente processado sob atmosfera modificada ativa. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v.24, n.1, p.053-058, 2004.
- BERGERO, D.; PEIRETTI, P.G. Intake and Apparent Digestibility of Permanent Meadow Hay and Haylage in Ponies. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.31, p.67-71, 2011.
- BERGERO, D.; PEIRETTI, P.G.; COLA, E.I. Intake and apparent digestibility of perennial ryegrass haylage fed to ponies either at maintenance or at work. **Livestock Production Science**. v.77, p.325-329, 2002.
- BERNARD, J.K.; CASTRO, J.J.; MULLIS, N.A.; ADESOGAN, A.T.; WEST, J.W.; MORANTES, G. Effect of feeding alfalfa hay or Tifton 85 bermudagrass haylage with or without a cellulase enzyme on performance of Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n.11, p.5280–5285, 2010.
- BRODY, A.L. El mercado. In: PARRY, R. T. **Envasado de los alimentos em atmósfera modificada**. Zaragoza: Acribia, 1995. 331p. cap.2, p.32-55.
- CAVALCANTI, A.C.; SALIBA, E.O.S.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M.; BORGES, I. BORGES, A.L.C.C. Consumo e digestibilidade aparente do feno de *Andropogon gayanus* colhido em três idades diferentes. **Ciência Animal Brasileira**. v.17, n.4, p.482-490, 2016.
- COBLENTZ, W.K.; COFFEY, K.P.; CHOW, E.A. Storage characteristics, nutritive value, and fermentation characteristics of alfalfa packaged in large-round bales and wrapped in stretch film after extended time delays. **Journal of Dairy Science**. v.99, n.5, 2016.
- COSTA, M.L.L.; REZENDE, A.S.C.; FONSECA, M.G.; LAGE, J.; PIMENTEL, P.G.; MIZUBUTI, I.Y.; FREITAS, G.P.; MOREIRA, G.R.; LANA, A.M.Q.; SALIBA, E.O.S. Fermentation pattern of tropical grass haylage and digestibility compared to hay in equine diet. **Semina: Ciências Agrárias**. v.39, n.5, p.2125-2132, 2018.

DANTAS, C.C.O.; NEGRÃO, F. M. Fenação e ensilagem de plantas forrageiras. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.4, n.40, ed.145, art.977, 2010.

DEMARCHI, J.J.A.A.; BERNARDES, T.F. 2002. Silagem pré-secada - Parte 2/2. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/colunas/thiago-fernandes-bernardes/silagem-presecada-parte-22-8196n.aspx>. Acesso em: 04 fev. 2018.

DOMINGUES, J.L. Uso de volumosos conservados na alimentação de equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.259-269, 2009.

GIMENES, F.M.A.; SILVA, S.C.; AUXILIADORA FIALHO, C.; GOMES, M.B.; BERNDT, A.; GERDES, L.; COLOZZA, M.T. Ganho de peso e produtividade animal em capim-marandu sob pastejo rotativo e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.7, p.751-759, 2011.

GLADNEY, J. **What Is Haylage?** Alabama Cooperative Extension System. United States Department of Agriculture. 2013. Disponível em: <http://www.aces.edu/pubs/docs/L/LIVE-0129/LIVE-0129.pdf>. Acesso em: 04 mar. 2018.

GURGEL, A.L.C. et al. Desempenho e produtividade de ovinos em pastagens de capim-massai na estação seca em resposta do manejo da época das águas. In: 5th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE AGRICULTURE. 2016. **Anais...** 2016. 879p.

HANCOCK, D. Baling, wrapping, and storage strategies for great baleage. **Georgia Cattlemen's Association, The University of Georgia**. 2017. Disponível: www.georgiaforages.com. Acesso em: 04 fev. 2018.

HORST, E.H.; NEUMANN, M.; MAREZE, E.; LEÃO, G.F.M.; DOCHWAT, A. Silagem pré-secada de cereais de inverno em estágio de pré-florescimento: Revisão. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.11, n.4, p.415-423, 2017.

INCE, A.; VURARAK, Y.; SAY, S.M. An approach for determination of quality in hay bale and haylage. **Agronomy Research**, v.14, n.3, p.779-782, 2016.

JIMENEZ FILHO, D.L. Fenos e pré-secados. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.7, n.25, 2013.

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, (suplemento), p.101-119, 2007.

KELES, G.; O'KIELY, P.; LENEHAN, J.J.; FORRISTAL, P.D. Conservation characteristics of baled grass silages differing in duration of wilting, bale density and number of layers of plastic stretch-film. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, v.48, p.21-34, 2009.

MANTILLA, S.P.S.; MANO, S.B.; VITAL, H.C.; FRANCO, R.M. Atmosfera modificada na conservação de alimentos. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambiental.**, v.8, n.4, p.437-448, 2010a.

- MANTILLA, S.P.S.; SANTOS, E.B.; VITAL, H.C.; MANO, S.B.; FRANCO, R.M. Atmosfera modificada e irradiação: métodos combinados de conservação e inocuidade alimentar. **Revista científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v.8, n.15, 2010b.
- McDONALD, P.; HENDERSON, N.; HERON, S. **The biochemistry of silage**. 2^a.ed. Bucks: Chalcombe Publications, 1991, 340p.
- McENIRY, J.; O'KIELY, P.; CLIPSON, N.J.W.; FORRISTAL, P.D.; DOYLE, E.M. The microbiological and chemical composition of silage over the course of fermentation in round bales relative to that of silage made from unchopped and precision-chopped herbage in laboratory silos. **Grass and Forage Science**, v.63, p.407–420, 2008.
- MÜLLER, C.E. Equine ingestion of haylage harvested at different plant maturity stages. **Applied Animal Behaviour Science**. v.134, p.144-151, 2011.
- MÜLLER, C.E. Influence of harvest date of primary growth on microbial flora of grass herbages and haylage, and on fermentation and aerobic stability of haylage conserved in laboratory silos. **Grass and Forage Science**, v.64, n.3, p.328–338, 2009a.
- MÜLLER, C.E. Long-stemmed vs. cut haylage in bales-Effects on fermentation, aerobic storage stability, equine eating behaviour and characteristics of equine faeces. **Animal Feed Science and Technology**. v.152, p.307-321, 2009b.
- MÜLLER, C.E. Silage and haylage for horses. **Grass and Forage Science**, v.73, n.4, p.815–827, 2018.
- NATH, C.D; NERES, A.M.; SHEIDT, K.C.; BERSONT, L.S.; SUNAHARA, A.S.M.M; SARTO, J.R.W.; STANGARLIN, J.R.; GOMES, S.D.; SERENO, M.J.; PERIN, A.P. Characterization of Tifton 85 bermudagrass haylage with different layers of polyethylene film and storage time. **Asian-Australas Journal of Animal Sciences**. v.31, n.8, p.1197-1204, 2018.
- NERES, M.A.; AMES, J.P. Novos aspectos relacionados à produção de feno no Brasil. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.14, n.1, p.10-17, 2015.
- O'BRIEN, M.; O'KIELY, P.; FORRISTAL, P.D.; FULLER, H.T. Quantification and identification of fungal propagules in well-managed baled grass silage and in normal on-farm produced bales. **Animal Feed Science and Technology**, v.132, p.283–297, 2007.
- PEREIRA, J.R.; REIS, R.A. Produção de sialgem pré-secada com forrageiras temperadas e tropicais. In: Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas, 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2001. 319p.
- PEREIRA, O.G.; SOUZA, V.G.; VALADARES FILHO, S.C.; RIBEIRO, K.G.; PEREIRA, D.H.; CECON, P.R. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em bovinos de corte alimentados com dietas contendo silagem de sorgo e pré-secado de capim-tifton 85. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.6, p.2143-2151, 2007.
- RANJIT, N.K.; KUNG JUNIOR, L. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.526–535, 2000.

REIS, R.A.; MOREIRA, A.L.; PEDREIRA, M.S. Técnicas para produção e conservação de fenos de forrageiras de alta qualidade. In: Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas, 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2001. 30p.

RIDWAN, R.; RUSMANA, I.; WIDYASTUTI, Y. WIRYAWAN, K.G.; PRASETYA, B.; SAKAMOTO, M.; OHKUMA, M. Fermentation characteristics and microbial diversity of tropical grass-legumes silages. **Asian-Australas Journal of Animal Sciences**. v.28, n.4, p.511-518, 2015.

ROMERO, J.J.; CASTILLO, M. S.; BURNS, J. C. Forage conservation techniques: silage and haylage production. **NC Cooperative Extension Resources, NC State University**, n.11, 2015. Disponível em: <https://content.ces.ncsu.edu/forage-conservation-techniques-silage-and-haylage-production>. Acesso em: 20 fev. 2018.

ROVERSI, R.M.; MASSON, M.L. Qualidade sensorial da alface crespa minimamente processada embalada em diferentes filmes plásticos sob atmosfera modificada. **Ciênc. agrotec.**, v.29, n.4, p.824-832, 2005.

SALES, E.C.J.; REIS, S.T.V.; MONÇÃO, F.P.; ANTUNES, A.P.S.; OLIVEIRA, E.R.; MATOS, V.M.; CÔRREA, M.M.; DELVAUX, A.S. Produção de biomassa de capim-marandu submetido a doses de nitrogênio em dois períodos do ano. **Revista Agrarian**, v.6, n.22, p.486-499, 2013.

SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; SILVA, M.C.; SANTOS, S.F.; FERREIRA, R.L.C.; MELLO, A.C.L.; FARIAS, I.; FREITAS, E.V. Produtividade e Composição Química de Gramíneas Tropicais na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.821-827, 2003.

SCHENCK, J.; MÜLLER, C.E. Microbial composition before and after conservation of grass-dominated haylage harvested early, middle, and late in the season. **Journal of Equine Veterinary Science**. p.1-9, 2013.

SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; REIS, R.A.; COAN, R.M.; BERNARDES, T.F.; PANIZZI, R.C.; POIATTI, M.L.; PEDREIRA, M.S. Alterações químicas e microbiológicas nas silagens de capim-tifton 85 após a abertura dos silos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.2, p.464-471, 2005.

SENAR - Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Tendências para o desenvolvimento da atividade pecuária leiteira no Brasil**. 2015. 163p.

SIGRIST, J.M.M.; BLEINROTH, E.W.; MORETTI, C.L. **Manuseio Pós-colheita de Frutas e Hortalças**. 1ª Edição. Embrapa Hortalças (Brasília, DF): Embrapa Informações Tecnológicas, 2002.

SNELL, H.G.J.; OBERNDORFER, C.; LÜCKE, W.; VAN DEN WEGHE, H.F.A. Effects of polyethylene colour and thickness on grass silage quality. **Grass and Forage Science**. v.58, p.239-248, 2003.

SNELL, H.G.J.; OBERNDORFER, C.; LÜCKE, W.; VAN DEN WEGHE, H.F.A. Effects of the colour and thickness of polyethylene film on ensiling conditions and silage quality of chopped maize, as investigated under ambient conditions and in mini-silos. **Grass and Forage Science**. v.57, p.342-350, 2002.

SOUZA, V.G.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C.; RIBEIRO, K.G.; PEREIRA, D.H.; CECON, P.R.; MORAES, S.A. Efeito da substituição de pré-secado de capim-tifton 85 por silagem de sorgo no consumo e na digestibilidade dos nutrientes e no desempenho de bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2479-2486, 2006.

STALLINGS, C.C.; MCGUFFEY, R.K.; MIDDLETON, T.R.; THOMAS, J.W. Responses of Sheep and Dairy Cows to Propionic Acid Treatment of Alfalfa Haylage Fed with or without Corn Silage. **Journal of Dairy Science**, v.62, p.1264-1271, 1979.

VALENTIM, J.F.; MOREIRA, P. **Produtividade de forragem de gramíneas e leguminosas em pastagens puras e consorciadas no Acre**. Embrapa Acre, 35p. 2001. (Boletim de Pesquisa, 33).

VALLE, C.B.; JANK, L.; RESENDE, R. M. S. O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil. **Revista Ceres**, v.56, n.4, p.460-472, 2009.

ZAMARCHI, G.; PAVINATO, P.S.; MENEZES, L.F.G.; MARTIN, T.N. Silagem de aveia branca em função da adubação nitrogenada e pré-murchamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.4, p.2185-2196, 2014.

ZANINE, A.M.; FERREIRA, D.J.; PARENTE, H.N.; PARENTE, M.O.M.; NASCIMENTO, T.V.C.; LIMA, A.G.V.O. Conservação de forragens no ajuste do manejo de pastagens. In: Anais do I Simpósio Paraibano de Conservação e Utilização de Forragens: tecnologias e inovações para a pecuária nordestina, Areia, 2019. **Anais...** Areia, PB. 2019. 38p.

CAPÍTULO II

Pré-secado de capim-marandu revestido com filmes plásticos de diferentes espessuras

Pré-secado de capim-marandu revestido com filmes plásticos de diferentes espessuras

RESUMO

Objetivou-se avaliar a quantificação gasosa, temperatura, características de fermentação, composição química e estabilidade aeróbia em pré-secado de capim-marandu revestido com filmes de diferentes espessuras. Foram testados quatro filmes plásticos de diferentes espessuras no revestimento de pré-secado (10, 11, 13 e 27 μ m) associado aos tempos de armazenamento e durante a estabilidade aeróbia (0, 48 e 96 h) em delineamento inteiramente casualizado com três repetições organizados em esquemas fatoriais. A quantificação gasosa e a temperatura foram avaliadas nas primeiras 48 h (4 \times 4), quatro filmes e quatro tempos de armazenamento (0, 12, 24 e 48 h) e nos dias de armazenamento (4 \times 5), quatro filmes e cinco tempos de armazenamento (0, 7, 15, 30 e 60 d). As características fermentativas foram avaliadas em esquema fatorial (4 \times 4), quatro filmes e quatro tempos de armazenamento (7, 15, 30 e 60 d). Nas avaliações durante a estabilidade aeróbia (4 \times 3), quatro filmes e três tempos de armazenamento (0, 48 e 96 h). A concentração de oxigênio estabilizou às 12 h abaixo de 5% e o dióxido de carbono após 7 d com 37,17%. Houve pouca variação no pH, os menores valores foram aos 60 dias (pH 5,13 a 5,4). Teve predominância de mofos e leveduras com pouca variação entre os filmes (7,02 a 7,51 log₁₀ ufc g⁻¹), bactérias lácticas (5,54 a 6,11 log₁₀ ufc g⁻¹) e enterobactérias (6,34 a 6,84 log₁₀ ufc g⁻¹). Os ácidos orgânicos e nitrogênio amoniacal ficaram dentro do recomendado em todos os revestimentos. Houve efeito apenas para matéria seca na composição química, com maior média para 13 μ m (522,4 g kg⁻¹ MS). Filmes de 11 e 13 μ m promoveram crescimento estável de enterobactérias na estabilidade aeróbia. Filmes com 10, 11, 13 e 27 μ m podem ser utilizados no revestimento de pré-secado de capim-marandu. Recomenda-se a utilização aos 60 dias armazenamento.

Palavras-chave: Ácidos orgânicos. Composição química. Estabilidade aeróbia. Gases. *Urochloa brizantha*

Marandu grass haylage coated with plastic films of different thicknesses

ABSTRACT

The objective was to evaluate the gas quantification, temperature, fermentation characteristics, chemical composition and aerobic stability of haylage of marandu grass coated with films of different thicknesses. Four plastic films of different thicknesses were tested as haylage coating (10, 11, 13 and 27 μ m) associated to storage times and during aerobic stability (0, 48 and 96 h) in a completely randomized design with three replications organized in factorial schemes. Gas quantification and temperature were evaluated in the first 48 h (4 \times 4), being four films and four storage times (0, 12, 24 and 48 h) and over the storage days (4 \times 5), four films and five storage times (0, 7, 15, 30 and 60 d). The fermentative characteristics were evaluated in a factorial

scheme (4×4), being four films and four storage times (7, 15, 30 and 60 d). In the evaluations during aerobic stability (4×3), there were four films and three storage times (0, 48 and 96 h). The oxygen concentration stabilized at 12 h below 5% and the carbon dioxide after 7 d with 37.17%. There was little variation in pH, and the lowest values were observed at 60 days (pH 5.13 to 5.4). There was a predominance of molds and yeasts with little variation between the films (7.02 to $7.51 \log_{10} \text{cfu g}^{-1}$), as well as lactic acid bacteria (5.54 to $6.11 \log_{10} \text{cfu g}^{-1}$) and enterobacteria (6.34 to $6.84 \log_{10} \text{cfu g}^{-1}$). Organic acids and ammoniacal nitrogen were within the recommended range in all coatings. There was effect only on the dry matter in the chemical composition, with the highest average in the treatment of $13\mu\text{m}$ ($522.4 \text{ g kg}^{-1} \text{ DM}$). 11 and $13 \mu\text{m}$ films promoted stable growth of enterobacteria during aerobic stability. Films with 10 , 11 , 13 and $27\mu\text{m}$ can be used in the coating of haylage of marandu grass. It is recommended the use after 60 days of storage.

Keywords: Aerobic stability. Chemical composition. Gases. Organic acids. *Urochloa brizantha*

INTRODUÇÃO

Rebanhos criados a pasto se caracteriza como a forma mais econômica e prática de produzir e oferecer alimentos para os animais (Cassimiro et al., 2020). Entretanto, as gramíneas tropicais de sequeiro apresentam as maiores taxas de acúmulo de forragem no verão, intermediária no outono e na primavera e muito baixa no inverno (Euclides et al., 2014), essa sazonalidade pode levar a baixa produção animal, atribuída principalmente à nutrição inadequada ao longo do ano (Ferreira et al., 2016).

Uma forma de manter a produção animal estável é fazer um planejamento de eficiência de produção e colheita dos capins no período chuvoso (Zanine et al., 2019), e conserva-los visando manter a qualidade com perdas mínimas do valor nutricional durante o armazenamento (Costa et al., 2019). Neste contexto, as gramíneas podem ser conservadas como pré-secado seguindo as recomendações da altura de pastejo. Que geralmente coincide com a interceptação luminosa de 95% (Zanine et al., 2016) e favorece a maior proporção de folha (Sbrissia; Silva, 2008), que dispõe de melhor valor nutritivo que o colmo (Paciullo et al., 2002).

O pré-secado é um método de armazenamento forrageiro que requer secagem para a conservação ser bem sucedida (Arriola et al., 2015), geralmente de 400 a 600 g kg^{-1} de MS (Bisaglia et al., 2011; Gordon et al., 1961), enfardadas e revestidas por filmes plásticos para que ocorra fermentação anaeróbica e manter as características da massa enfardada mais próximo da forragem original (Nath et al., 2018; Costa et al., 2019). Porém, o elevado conteúdo de matéria seca associado a partículas maiores que as usadas em silagens, dificulta a

compactação e a exclusão do oxigênio (Borreani; Tabaco, 2006), o que por sua vez, proporciona pH acima de 4,8 (O'Kiely et al., 1999), favorecendo o crescimento de mofo, leveduras e enterobactérias (Schenck; Müller, 2014), tornando a forragem susceptível a deterioração aeróbia (Müller, 2005; Fenlon et al., 1989).

O capim-marandu apresenta produção de 8 a 20 t de MS ha⁻¹.ano (EMBRAPA, 1984), com proteína bruta entre 58,4 e 110 g kg⁻¹ de MS (Cassimiro et al., 2020), fibra em detergente neutro de 653,6 a 704,5 g kg⁻¹ de MS e nutrientes digestíveis totais de 544,1 a 564,1 g kg⁻¹ de MS (Benett et al., 2008). Além disso, está gramínea é persistente a períodos de estiagem e se adapta na maioria dos solos tropicais (Rodrigues Jr. et al., 2015), e possui flexibilidade de uso e manejo (Paula et al., 2012). Portanto, é preciso estudos que avaliem o potencial desse genótipo pelo método de conservação de pré-secado.

Os filmes comumente utilizados no revestimento de pré-secado disponíveis no mercado possuem espessura de 20 a 30 µm. Estes não são totalmente impermeáveis ao oxigênio (Wisner et al., 2005). Isso estimula o crescimento de microrganismos como bolores e leveduras, causando deterioração aeróbica (Coblentz et al., 2016), tornando necessário estudos que avaliem as concentrações de gases no interior dos fardos de pré-secado.

O rápido progresso tecnológico para ser usados em conservação como filmes plásticos oferece alternativas aos tipos padrão e, esses produtos devem ser testados (Snell et al., 2001). Neste seguimento, filmes de policloreto de vinila (PVC) é o mais utilizado em atmosfera modificada nos vegetais (Greengras, 1993), devido sua praticidade, custo relativamente baixo e alta eficiência (Sousa et al., 2002). A conservação é mantida devido ao controle de gases, eles mantêm os níveis reduzidos de O₂ e elevados de CO₂ (Roversi; Masson, 2004), assim a respiração do produto e a permeabilidade ao gás do filme, reduz a taxa de respiração no interior dos produtos revestidos (Zagory; Kader, 1988). Se a concentração de CO₂ for suficientemente alta também terá um efeito fungistático (Ward, 2016). Contudo, suas propriedades de barreira aos gases dependem da espessura (Mantilla et al., 2010a). Apesar disso, não a estudos que utilizam esses filmes de diferentes espessuras no revestimento de pré-secado.

Dessa forma, hipotetizamos que filmes plásticos de diferentes espessuras utilizados em atmosfera modificada podem proporcionar ao pré-secado de capim-marandu características semelhantes ao filme convencional. Assim, objetivou-se com esta pesquisa avaliar a quantificação gasosa, temperatura, características de fermentação, composição química e estabilidade aeróbia em pré-secado de capim-marandu revestido com filmes de diferentes espessuras.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Alvorada do Gurgueia, pertencente ao *Campus* Professora Cinobelina Elvas (CPCE) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), localizada no município Alvorada do Gurgueia – PI, situada a 08°25'28" latitude sul e 43°46'38" longitude oeste e 281 m de altitude. A região tem o clima classificado como Aw, com chuvas de verão e inverno seco de acordo com classificação Köppen (1936).

Tratamentos e delineamento experimental

Foram testados filmes plásticos com diferentes espessuras no revestimento de pré-secado de capim-marandu, sendo um filme plástico de polietileno com 27 μ m (FC = filme convencional) e três filmes de atmosfera modificada de policloreto de vinila (PVC) com 10 μ m (F10 = filme com espessura de 10 micras), 11 μ m (F11 = filme com espessura de 11 micras) e 13 μ m (F13 = filme com espessura de 13 micras).

Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com três repetições, organizado em esquemas fatoriais. A quantificação gasosa e a temperatura foram avaliadas nas primeiras 48 h (4 \times 4), quatro filmes e quatro tempos de armazenamento (0, 12, 24 e 48 h) e nos dias de armazenamento (4 \times 5), quatro filmes e cinco tempos de armazenamento (0, 7, 15, 30 e 60 d). As características fermentativas foram avaliadas em esquema fatorial (4 \times 4), quatro filmes e quatro tempos de armazenamento (7, 15, 30 e 60 d). Nas avaliações durante a estabilidade aeróbia (4 \times 3), quatro filmes e três tempos de armazenamento (0, 48 e 96 h).

Área utilizada, adubação e dados meteorológicos

Foi utilizada uma área de pastagem de 0,5 hectare estabelecida em 2013, na qual foram colhidas amostras aleatórias representativas do solo na profundidade 0-20 cm, para análise química (Tabela 1).

Tabela 1 - Atributos químicos do solo pertencente a área experimental

pH	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H ⁺ + Al ⁺³	SB	CTC	V	M.O
H ₂ O	-----mg dm ⁻³ -----			-----cmol _c dm ⁻³ -----						%	g kg ⁻¹
4,4	11,15	24,70	-	0,73	0,05	0,0	0,99	0,85	1,84	46,1	3,8

P, K, Na: Extrator Mehlich 1; Ca, Mg e Al: Extrator KCl - 1 mol/L; H + Al: Extrator Acetato de Cálcio a pH 7,0; SB: Soma de Bases Trocáveis; CTC: Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V: Índice de Saturação de Bases; M.O.: Matéria Orgânica: método Walkley-Black.

Aplicou-se 320 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico 80% de PRNT (Poder Relativo de Neutralização Total) para elevar a saturação de base do solo para 60%, distribuição foi realizada a lanço atingindo a superfície do solo de forma homogênea sem incorporação no solo. Decorridos 60 dias após a calagem foi feito o corte de uniformização na altura de 15 cm do solo e em seguida feita a fertilização de manutenção com 150 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ por meio de ureia, 45 kg P₂O₅ ha⁻¹ ano⁻¹ com superfosfato simples e 30 kg K₂O ha⁻¹ ano⁻¹ na forma de cloreto de potássio conforme recomendação proposta por (Martha Jr. et al., 2007).

Durante o período de descanso do pasto (13 de janeiro a 02 de fevereiro de 2018) foram coletados os dados meteorológicos (Figura 1).

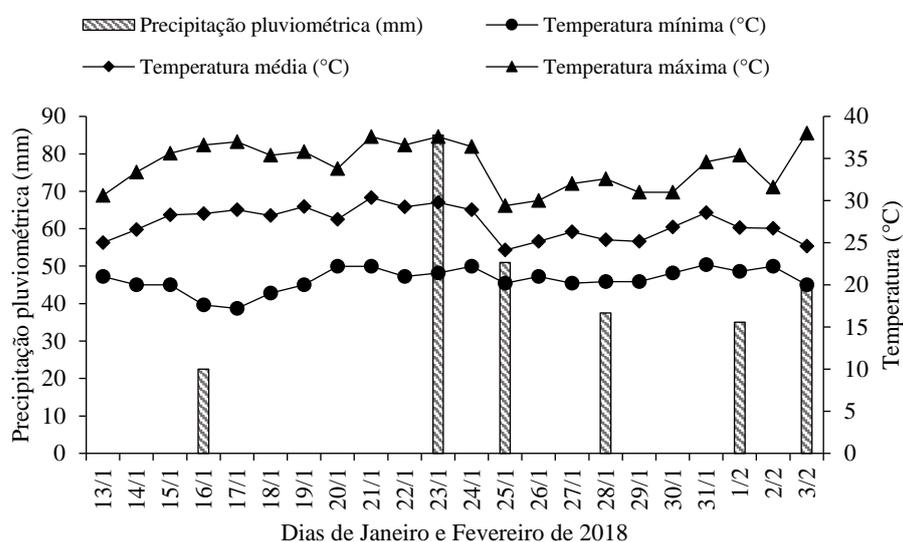


Figura 1 - Dados meteorológicos durante o período de descanso.

Produção do pré-secado

Após o capim atingir altura de 25 cm (22 dias após corte de uniformização) foi realizado o corte a 15 cm do solo, conforme as recomendações de pastejo rotativo (Trindade et al., 2007), utilizando uma roçadeira lateral a gasolina. Após o término do roço, o material foi colhido manualmente e espalhado em uma lona plástica para pré-secagem. Foram coletadas cinco amostras representativas do capim-marandu antes e após a pré-secagem para as determinações de composição química, pH e quantificação dos grupos microbiológicos antes do enfardamento e revestimento (Tabela 2).

Tabela 2 - Composição química, pH e quantificação microbiológica antes do revestimento do pré-secado

Item	MS g kg ⁻¹ MN	MM	MO	PB	FDN	FDA	CS	pH	Microbiologia		
									ENT	BAL	ML
									--log ₁₀ ufc g ⁻¹ --		
No corte	297,7	55,9	945,1	91,2	869,3	487,9	31,0	5,80	5,40	2,80	2,53
Pré-secado	400,0	61,2	938,8	91,7	877,9	442,2	27,6	5,90	3,90	2,93	1,31

MS: matéria seca; MM: matéria mineral; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; CS: carboidratos solúveis; ENT: enterobactérias; BAL: bactérias lácticas; ML: mofos e leveduras; MN: matéria natural; ufc: unidades formadoras de colônias.

Após a pré-secagem (400 g kg⁻¹ de MS) acompanhada pelo método de forno micro-ondas (Souza et al., 2002) a forragem foi enfardada em enfardadeiras retangulares artesanais, com compactação de 126 kg de MS m⁻³ conforme (Schenck; Müller, 2014). Foram produzidos um total de 60 fardos com dimensões aproximadas de 20 cm × 25 cm × 16 cm (largura, comprimento e altura). Foram inseridos dois canos de PVC em lados diferentes de cada fardo, um com 32 mm de diâmetro (mensurações de O₂ e temperatura) e outro de 20 mm de diâmetro (mensurações de CO₂), em seguida todos os fardos foram revestidos com os filmes plásticos (FC, F10, F11 e F13) mantendo oito camadas sobrepostas, conforme a recomendação do vendedor do FC, então aplicou-se em todos os revestimentos para padronizar, logo após esta etapa, foram transportados para um galpão na Universidade Federal do Piauí na cidade de Bom Jesus – PI.

Quantificação gasosa e temperatura

As mensurações de O₂, temperatura e CO₂ (Figura 2) foram realizadas nos períodos de 0 (imediatamente após o revestimento), 12, 24 e 48 horas após o fechamento e aos 0, 7, 15, 30 e 60 dias de armazenamento, realizadas diretamente no interior do pré-secado (acesso permitido pelos canos PVC) usando medidor digital portátil de O₂ e temperatura e CO₂ com auxílio de um analisador de gás (Testoryt) na faixa de 0-60% de CO₂ obtido pela absorção do gás em reagente químico.

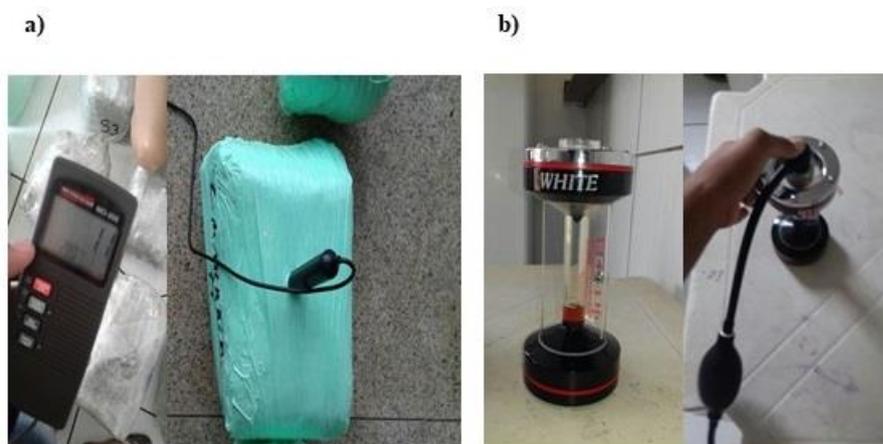


Figura 2 - Ilustração das avaliações no interior de pré-secado de capim-marandu: a) oxigênio e temperatura e b) dióxido de carbono no interior de pré-secado de capim-marandu.

A adaptação dos canos com diferentes diâmetros nos fardos foi com intuito de adequar o sensor do medidor de O₂ e a sonda do analisador de CO₂ (Figura 3). Após obtenção dos gases em cada avaliação, os canos eram vedados imediatamente pelos filmes plásticos correspondentes (FC, F10, F11 e F13).



Figura 3 - Ilustração dos canos PVC nos fardos de pré-secado: a) PVC antes do revestimento e b) PVC após o revestimento do fardo.

Determinação de pH, nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e microbiologia

O pH foi realizado em duplicata, coletando-se 25 g de amostra de cada tratamento e adicionado 100 mL de água. Após uma hora foi realizado a leitura de acordo com a metodologia descrita por Bolsen et al., (1992). A determinação de N-NH₃ total, seguiu a proposta por Bolsen et al., (1992).

A avaliação microbiológica foi realizada de acordo com as recomendações de González & Rodrigues (2003), coletando-se 25 g de amostra fresca e adicionadas em 225 mL de água destilada e processadas em liquidificador por aproximadamente 1 minuto. Desta amostra, retirou-se 1 mL da mistura e pipetado com a devida diluição (10⁻¹ a 10⁻⁹). O plaqueamento foi

realizado em duplicata para cada meio de cultura. As populações foram determinadas pela técnica seletiva de culturas em meio anaeróbio, onde se utilizaram: meio Ágar Rogosa para contagem de lactobacilos (após incubação de 48 horas em estufa à temperatura de 37°C); meio Ágar BDA (Batata Dextrose Ágar) acidificado com ácido tartárico a 1%, para contagem de leveduras e mofos (após 3-7 dias de incubação à temperatura ambiente) e meio Ágar Brilliant Green Bile para contagem de enterobactérias (depois de incubação de 24 horas à temperatura de 35°C). As placas consideradas susceptíveis à contagem foram aquelas que apresentaram valores entre 30 e 300 unidades formadora de colônia (ufc) em uma placa de petri.

Determinação de ácidos orgânicos

A análise de ácidos orgânicos foi obtida através do método citados por Siegfried et al. (1984): 10 mL de amostra diluídas a 10% em água destilada, acidificada com H₂SO₄ a 50% e filtradas em papel de filtro tipo Whatman. Em 2 mL do filtrado, adicionou-se 1 mL de ácido metafosfórico a 20% e 0,2 mL de ácido fênico a 0,1%. As amostras foram centrifugadas e, posteriormente, procedidas às análises dos ácidos orgânicos (lático, acético, propiônico e butírico) por cromatografia líquida de alta resolução em cromatógrafo líquido de alto desempenho (HPLC), detector modelo SPD-10^a VP acoplado ao detector ultravioleta (UV), utilizando-se um comprimento de ondas de 210 nm.

Composição química

As amostras foram secas em estufa de ventilação forçado a 55°C por 72 horas, moídas em um moinho de facas com tela de 1 mm e armazenados em recipientes de plástico até a determinação química. Foram empregados métodos descritos por AOAC (1990), para matéria seca (MS) em estufa sem circulação forçada de ar a 105 °C (método 934.01), matéria mineral (MM) obtido pela queima da amostra no forno mufla a 600 °C (método 942.05), na proteína bruta (PB) foi usado a técnica Kjeldhal (método 920.87). As metodologias de Van Soest et al. (1991) foram utilizadas para fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA). A determinação de carboidratos solúveis (CS), utilizou-se método do ácido sulfúrico concentrado descrito por Dubois et al. (1956) com adaptações de Corsato et al. (2008).

Estabilidade aeróbia

Os pré-secados foram levados para uma sala fechada com controle de temperatura (25°C). A temperatura ambiente da sala foi mensurada com termômetro localizados próximos aos pré-secados. O material permaneceu exposto ao ar por um período de 96 horas e, em seguida

foi conferida a temperatura superficial e de massa dos pré-secados, em intervalos de 1 hora. A temperatura superficial foi aferida com auxílio de termômetro digital sem toque, enquanto, a temperatura da massa de forragem, com um termômetro digital de imersão, inserido a 10 cm no centro do pré-secado. A temperatura ambiente foi controlada através de termômetro suspenso ao ar. A estabilidade aeróbia foi calculada como o tempo observado para que o pré-secado, após exposição ao ar, apresentasse um aumento de 2°C em relação à temperatura ambiente (Taylor; Kung Jr., 2002).

Análise estatística

Os dados foram analisados usando o procedimento Fit Model do JMP versão 8.02 (SAS Institute Inc., Cary, NC), e as diferenças significativas quando $P \leq 0,05$. Os principais efeitos foram os filmes plásticos (FC, F10, F11 e F13), e tempos nas primeiras 48 horas (0, 12, 24 e 48 horas), e sua interação ($F \times T$), e efeito dos dias de armazenamento (0, 7, 15, 30 e 60 dias) e sua interação ($F \times T$), para O_2 , CO_2 e temperatura. Já pH, contagem microbiológicas, ácidos orgânicos e nitrogênio amoniacal, considerou efeito de 4 tempos de armazenamento (7, 15, 30 e 60 dias) e sua interação ($F \times T$). Na estabilidade aeróbia (pH, ácidos orgânicos e $N-NH_3$) teve como efeito principal os filmes e horas após abertura (0, 48, 96 horas) e a interação ($F \times T$), em todos foi considerado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + T_j + (FT)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Onde Y_{ijk} é a variável dependente; μ é a média geral associada a todas as observações; F_i é o efeito fixo dos filmes plásticos i ; T_j é efeito fixo do tempo j ; FT é o efeito da interação entre os filmes plásticos e tempo e ε_{ijk} é erro aleatório associado a cada observação.

A composição química foi avaliada apenas aos 60 dias de armazenamento, submetida a análise de variância e, quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a um nível de significância de 5%. Utilizou-se o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + F_i + \varepsilon_{ij}$$

Onde Y_{ij} é valor observado referente à variável Y na unidade experimental que recebeu o tratamento i na repetição j ; μ é constante; F_i é o efeito fixo dos filmes plásticos i e ε_{ij} é erro aleatório associado a cada observação.

Para os grupos microbianos bactérias lácticas, mofo e leveduras e enterobactérias, da estabilidade aeróbia, os dados foram analisados de forma descritiva, em unidades logarítmicas e apresentados em uma tabela.

Os dados referentes as temperaturas na estabilidade aeróbia, foram analisadas de forma descritiva e expostos em gráficos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Houve maior concentração de oxigênio (O_2) logo após o fechamento para todos os filmes plásticos (Figura 4) com efeito apenas do tempo ($P < 0,01$), em que a estabilidade foi obtida logo às 12 horas e manteve-se abaixo de 5%. O O_2 possivelmente tenha sido utilizado pelos microrganismos aeróbicos após o revestimento, assim a diminuição favorece as bactérias lácticas, desejáveis para acidificação no interior dos pré-secados.

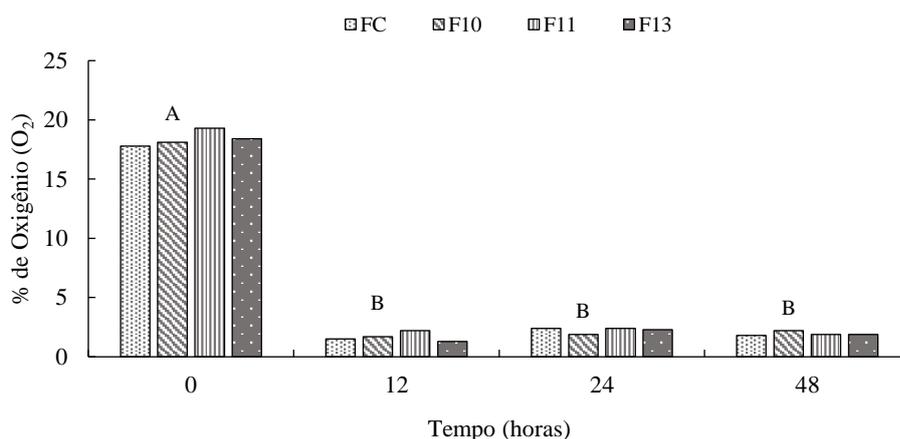


Figura 4 - Concentração de oxigênio no interior de pré-secado de capim-marandú revestidos com filmes plásticos de diferentes espessuras. FC: filme convencional 27µm, F10: filme 10µm, F11: filme 11µm e F13: filme 13µm, nos tempos 0, 12, 24 e 48 horas após fechamento. Letras iguais não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Na concentração de dióxido de carbono (CO_2) foi observado interação ($P = 0,04$) entre os filmes plásticos e o tempo (Figura 5). O FC manteve maior concentração com o avançar do tempo (12, 24 e 48 horas) enquanto os filmes F10, F11 e F13 permaneceram iguais dentro de cada tempo. A maior concentração do CO_2 foi obtida às 48 horas após o fechamento. Isso corresponde as características dos filmes em atmosfera modificada, os quais permitem estabilização no interior da embalagem que depende da respiração do vegetal e permeabilidade de O_2 e CO_2 (Roversi; Masson, 2004). O fato de FC ter destaque é, provavelmente, devido ao mesmo promover maior espessura, assim as bactérias lácticas heterofermentativas produzindo CO_2 e aumentado sua concentração no interior da embalagem.

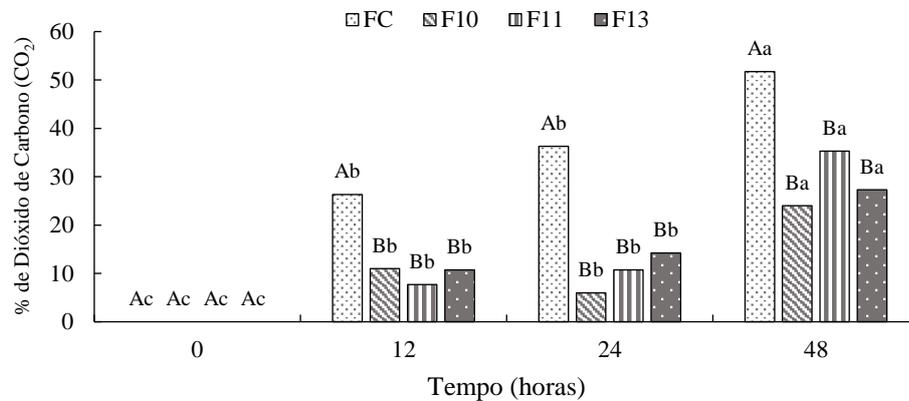


Figura 5 - Concentração de dióxido de carbono no interior de pré-secado de capim-marandu revestidos com filmes plásticos de diferentes espessuras. FC: filme convencional 27 μ m, F10: filme 10 μ m, F11: filme 11 μ m e F13: filme 13 μ m, nos tempos 0, 12, 24 e 48 horas após fechamento. Letras maiúscula iguais na mesma hora e minúsculas iguais nas diferentes horas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação à temperatura, foram observadas diferenças nos tempos ($P < 0,01$), em que os filmes tiveram comportamentos semelhantes, partindo de aproximadamente 28°C e reduzindo à uma temperatura de 25°C após 48 horas (Figura 6). Essas temperaturas devem diminuir rapidamente à medida que o fechamento remove o ar da massa e a fermentação sobrepõe a respiração (Kung Jr et al., 2018). Dessa forma, as baixas concentrações de O₂ (Figura 4) a partir das 12 horas pode ter favorecido a baixa atividade respiratória nos fardos diminuindo a temperatura.

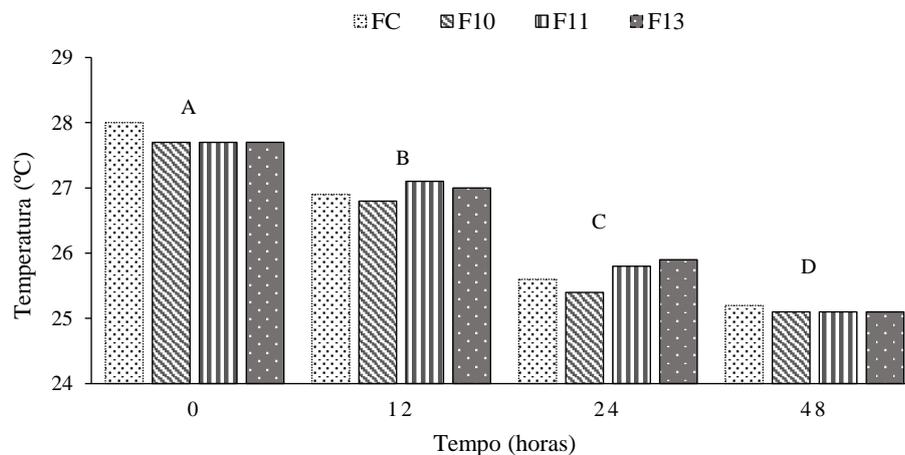


Figura 6 - Temperatura no interior dos pré-secados de capim-marandu revestidos com filmes plásticos de diferentes espessuras. FC: filme convencional 27 μ m, F10: filme 10 μ m, F11: filme 11 μ m e F13: filme 13 μ m, nos tempos 0, 12, 24 e 48 horas após fechamento. Letras iguais nas horas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve interação ($P < 0,01$) entre filmes plásticos e dias de fermentação para O_2 , apenas F11 com 19,30% diferiu do FC com média de 17,80%, uma redução de 8,43% no dia 0 (Tabela 3). Aos 7, 15, 30 dias o O_2 já havia se estabilizado em todos os fardos. Aos 60 dias o filme FC apresentou 3,23%, diferindo apenas do F11 com 1,50%.

Tabela 3 - Teores de oxigênio (O_2), dióxido de carbono (CO_2) e temperatura em pré-secado de capim-marandu revestido com diferentes filmes plásticos

Item	Oxigênio	Dióxido de Carbono	Temperatura
Dia 0			
FC	17,80 ^b	19,67	28,00
F10	18,13 ^{ab}	9,33	27,73
F11	19,30 ^a	8,00	26,67
F13	18,43 ^{ab}	9,33	27,70
Dia 07			
FC	2,00	52,00 ^a	27,50
F10	1,63	28,00 ^b	27,23
F11	1,57	33,33 ^b	27,47
F13	1,53	35,33 ^{ab}	27,13
Dia 15			
FC	1,90	48,00 ^a	28,57
F10	1,70	29,33 ^b	28,27
F11	1,60	31,33 ^{ab}	27,10
F13	1,60	36,67 ^{ab}	27,13
Dia 30			
FC	2,97	40,33	27,83
F10	2,43	33,33	28,03
F11	2,90	34,33	27,30
F13	3,30	38,67	27,37
Dia 60			
FC	3,23 ^a	42,00	25,97
F10	2,13 ^{ab}	37,67	25,37
F11	1,50 ^b	36,67	25,03
F13	2,00 ^{ab}	38,00	25,13
Efeito do filme plástico			
FC	5,58	40,40 ^a	27,57 ^a
F10	5,21	27,53 ^b	27,33 ^{ab}
F11	5,37	28,73 ^b	26,91 ^b
F13	5,37	31,60 ^b	27,09 ^b
Efeito do Dia			
0	18,42 ^a	11,58 ^b	27,78 ^{ab}
07	1,68 ^c	37,17 ^a	27,33 ^b
15	1,70 ^c	36,33 ^a	28,02 ^a
30	2,90 ^b	36,67 ^a	27,63 ^{ab}
60	2,22 ^c	38,58 ^a	25,38 ^c
EPM	0,21	2,60	0,20
Efeitos			
Filme Plástico	0,20	<0,01	<0,01
Dia	<0,01	<0,01	<0,01
Filme plástico × Dia	<0,01	0,31	0,24

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. FC: filme convencional; F10: filme 10 μ m; F11: filme 11 μ m; F13: filme 13 μ m; EPM: erro padrão da média.

Com relação ao efeito do dia ($P < 0,01$), pode ser observado a estabilização com rápida queda do teor de O_2 logo após o dia 0, que permaneceu estável até 60 dias. Não foi constatado

efeito do filme plástico ($P = 0,20$). Além da permeabilidade de gases permitida pelos filmes, o processo de produção do pré-secado não expulsa do interior todo o O_2 , devido tratar de planta inteira com elevada MS (400 g kg^{-1} Tabela 2), e que mesmo sob compactação ainda permanece concentração de O_2 , o que possibilita a maior concentração logo após o fechamento (dia 0). A estabilização nos dias 7, 15, 30 e 60 abaixo de 4% de O_2 , foi decorrente do consumo do mesmo pelas bactérias aeróbicas e, possivelmente, a permeabilidade do gás nos filmes plásticos.

Não houve interação entre filmes plásticos e dias de fermentação ($P = 0,31$) para CO_2 , observando-se efeitos isolados ($P < 0,01$) aos 7 e 15 dias. A maior concentração de CO_2 no efeito do filme ($P < 0,01$) foi observada para o FC (40,40%), o que pode ser explicado devido sua espessura de $27\mu\text{m}$ que promove uma barreira, podendo conter o CO_2 no interior do fardo (McEnery et al., 2011; Müller, 2005). Já para o efeito do dia ($P < 0,01$), a menor média foi observada na primeira mensuração (dia 0) com 11,58%, estabilizado com 37,17, 36,33, 36,67 e 38,58% aos 7, 15, 30 e 60 dias, respectivamente. O O_2 dentro do fardo imediatamente após o revestimento é utilizado pela planta e sua microflora epifítica em algumas horas resultando na produção de CO_2 como subproduto dessa respiração como da fermentação subsequente (McEnery et al., 2011; Keles et al., 2009). A concentração de CO_2 pode ter sido influenciado pela fermentação de bactérias lácticas heterofermentativa, uma vez que estas produzem CO_2 como um subproduto da fermentação de açúcar (Singh, 2018).

Não houve interação entre filmes plásticos e dias de fermentação ($P = 0,24$) para temperatura. Foi observado efeito do filme ($P < 0,01$), com variação entre os revestimentos de $26,91$ a $27,57^\circ\text{C}$ e, efeito do dia ($P < 0,01$), atingindo menor temperatura aos 60 dias ($25,38^\circ\text{C}$). Ocorreram poucas variações tanto no efeito do filme $0,66^\circ\text{C}$ como do dia de fermentação $2,64^\circ\text{C}$, próximas às verificadas por Thomas (1976) em que as variações foram $0,3$ a $1,40^\circ\text{C}$ aos 16, 17, 50 e 51 dias. Normalmente fardos tendem a resfriarem rapidamente, porque a massa atua como isolante, assim quanto menor, mais rápido a dissipação de calor produzido (Kung Jr. et al., 2018). Contudo, a baixa densidade de MS, a vedação retardada ou integridade dos fardos permitem a entrada de ar na massa ensilada, resultando na produção de calor respiratório (Coblentz et al., 2016), que ocorreu rapidamente com o consumo de oxigênio (dia 0), ocasionando baixa atividade respiratória e o não aquecimento do pré-secado.

Houve interação entre filmes plásticos e dias de fermentação ($P < 0,01$) para o pH dos pré-secados, com maior média observada para o FC com pH de 6,78 aos 7 dias, já aos 60 dias, o F10 com pH de 5,40 diferiu do F11 com pH de 5,13 (Tabela 4). O aumento da MS reduz a fermentação pela diminuição de CS causada pelo emurchecimento (Evangelista et al., 2004).

Isso restringe a fermentação láctica, pois pode reduzir o crescimento de bactérias lácticas resultando em pH mais elevado (Nath et al., 2018).

Tabela 4 - Médias de pH e quantificações microbiológicas (\log_{10} ufc g^{-1}) em pré-secado de capim-marandu revestido com diferentes filmes plásticos aos 7, 15, 30 e 60 dias de armazenamento

Item	pH	ML	BAL	ENT
		\log_{10} ufc g^{-1} peso fresco		
Dia 07				
FC	6,78 ^a	4,71 ^{ab}	5,42 ^b	7,38 ^{ab}
F10	6,11 ^b	3,59 ^c	5,46 ^{ab}	7,45 ^a
F11	6,13 ^b	5,03 ^a	4,92 ^c	7,21 ^b
F13	6,17 ^b	4,17 ^{bc}	5,65 ^a	7,47 ^a
Dia 15				
FC	6,19	7,73 ^b	6,01 ^b	7,48 ^a
F10	6,26	9,23 ^a	6,88 ^a	7,36 ^{ab}
F11	6,08	7,35 ^b	5,55 ^c	6,07 ^c
F13	6,22	7,81 ^b	6,08 ^b	7,15 ^b
Dia 30				
FC	6,00	9,42 ^a	5,75 ^c	5,93 ^b
F10	5,89	7,71 ^c	6,35 ^b	6,15 ^b
F11	5,96	9,11 ^{ab}	6,29 ^b	6,38 ^a
F13	5,88	8,46 ^{bc}	6,75 ^a	6,08 ^b
Dia 60				
FC	5,20 ^{ab}	8,17 ^a	6,40 ^a	6,48 ^a
F10	5,40 ^a	7,82 ^{ab}	5,74 ^b	5,77 ^b
F11	5,13 ^b	7,25 ^b	5,80 ^b	5,71 ^b
F13	5,20 ^{ab}	7,67 ^{ab}	5,92 ^b	5,02 ^c
Efeito do filme plástico				
FC	6,04 ^a	7,51 ^a	5,89 ^b	6,82 ^a
F10	5,91 ^b	7,09 ^b	6,11 ^a	6,68 ^b
F11	5,83 ^c	7,18 ^b	5,64 ^c	6,34 ^d
F13	5,87 ^{bc}	7,02 ^b	6,10 ^a	6,43 ^c
Efeito do Dia				
07	6,30 ^a	4,37 ^d	5,36 ^d	7,38 ^a
15	6,19 ^b	8,03 ^b	6,13 ^b	7,01 ^b
30	5,93 ^c	8,67 ^a	6,28 ^a	6,13 ^c
60	5,23 ^d	7,73 ^c	5,96 ^c	5,74 ^d
EPM	0,03	0,10	0,03	0,03
Efeitos				
Filme plástico	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dia	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Filme plástico \times Dia	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. FC: filme convencional; F10: filme 10 μ m; F11: filme 11 μ m; F13: filme 13 μ m; EPM: erro padrão da média. ML: mofos e leveduras; ENT: enterobactérias; BAL: bactérias lácticas.

No efeito do filme plástico ($P < 0,01$) constatou pouca variação de pH (5,83 a 6,04). Já para dia ($P < 0,01$) as médias diminuiram conforme os dias de fermentação 7, 15, 30 e 60 dias com pH de 6,30, 6,19, 5,93 e 5,23, respectivamente. Costa et al. (2018) encontraram em pré-secado de capim-tifton 85 com pH de 6,08 em 1 dia e 5,21 após 56 dias de fermentação, e ressalta que o alto conteúdo de MS limita fermentação bacteriana. Concentrações de 400 a 450 $g\ kg^{-1}$ de MS resulta em pH mais elevado (Kung Jr. et al., 2018), fato que explica os valores de

pH, pois o presente estudo a gramínea foi pré-secada até 400 g kg⁻¹ (Tabela 2). Todavia, maior área de superfície por volume em fardos envolvidos com filmes, além de baixa fermentação, têm pH elevado (Pereira; Reis, 2001).

Mofos e leveduras aumentaram após o fechamento expressando interação entre filmes plásticos e dias de fermentação ($P < 0,01$). Aos 7 dias, o F11 com 5,03 log₁₀ ufc g⁻¹ diferiu do F10 (3,59 log₁₀ ufc g⁻¹) e F13 (4,17 log₁₀ ufc g⁻¹). Nos dias 15, 30 e 60 apresentaram maiores crescimentos com poucas variações entre os revestimentos, médias de 7,25 a 9,42 log₁₀ ufc g⁻¹. A concentração dos gases CO₂ e O₂ (Tabela 3) possivelmente justifica o aumento de mofos e leveduras, pois conforme Mantilla et al. (2010b), o alto teor de CO₂ favorece esse crescimento assim como de bactérias aeróbias deteriorantes. O pH mais elevado devido a concentração de matéria seca e carboidratos solúveis, restringem o crescimento de bactérias lácticas (Müller, 2005), favorecendo mofos, leveduras e enterobactérias.

Houve efeito do filme plástico para mofos e leveduras ($P < 0,01$), onde o FC obteve maior média 7,51 log₁₀ ufc g⁻¹, já F10, F11 e F13 foram estatisticamente iguais com 7,09, 7,18 e 7,02 log₁₀ ufc g⁻¹. Valores próximo ao encontrado por (Schenck; Müller, 2014) que verificaram em pré-secado de Timóteo, Festuca e Trevo vermelho média de 8,0 log₁₀ ufc g⁻¹. No efeito do dia ($P < 0,01$) a menor média foi aos 7 dias 4,37 log₁₀ ufc g⁻¹ e maior crescimento após 30 dias 8,67 log₁₀ ufc g⁻¹, enquanto que aos 60 dias diminuiu para 7,73 log₁₀ ufc g⁻¹ uma redução no crescimento de 10,84% em 30 dias. A presença de mofos e leveduras em pré-secado envolvido com FC e em F10, F11 e F13, são explicadas simplesmente pela presença de O₂ durante o armazenamento 7, 15, 30 e 60 dias (Tabela 3). Assim como o teor de MS, uma vez que plantas quando enfardadas com MS acima de 400 g kg⁻¹, tendem a ser mais porosas no interior dos fardos com a presença de O₂, procedendo na lenta fermentação que delonga a atividade microbiológica total, além da produção de baixas quantidades antifúngicas (Kung Jr et al., 2018).

Houve interação entre filmes plásticos e dias de fermentação ($P < 0,01$) para bactérias lácticas. Ocorreram pequenas variações no crescimento nos tempos, observando-se aos 7 dias um valor médio de 5,65 log₁₀ ufc g⁻¹ e aos 30 dias 6,75 log₁₀ ufc g⁻¹ no F13. Aos 15 dias maior crescimento foi para F10 com 6,88 log₁₀ ufc g⁻¹, o FC teve um crescimento superior apenas aos 60 dias com 6,40 log₁₀ ufc g⁻¹.

Para efeito do filme ($P < 0,01$), o F10 com 6,11 log₁₀ ufc g⁻¹ e F13 com 6,10 log₁₀ ufc g⁻¹ observaram-se maiores contagens que no FC 5,89 log₁₀ ufc g⁻¹. Já para o F11 observou-se menor crescimento 5,64 log₁₀ ufc g⁻¹. No efeito do dia ($P < 0,01$) maior crescimento foi obtido aos 30 dias 6,28 log₁₀ ufc g⁻¹ e menor aos 7 dias 5,36 log₁₀ ufc g⁻¹. Nath et al. (2018) verificaram

em pré-secado de capim-tifton 85 conservado aos 30, 60 e 90 dias com 4 e 6 camadas de filme polietileno variação de 5,67 a 6,43 log ufc g⁻¹. Os valores de bactérias lácticas observados no presente estudo são inferiores aos observados para silagens de capim-tanzânia 7,40 log ufc g⁻¹ (Zanine et al., 2007) e de acordo a silagem de capim-marandu 5,39 log ufc g⁻¹ e de capim-mombaça 6,7 log ufc g⁻¹ (Rigueira et al., 2013) e de pré-secado de festuca 5,49 log ufc g⁻¹ (Müller, 2009) normais para pré-secados de gramíneas tropicais (Arriola et al., 2015; Bernard et al., 2010).

Para contagens de enterobactérias observou interação entre filmes plásticos e dias de fermentação ($P < 0,01$). Aos 7 e 15 dias, o crescimento dos tratamentos ficaram acima de 7 log₁₀ ufc g⁻¹, exceto F11 aos 15 dias. Aos 30 dias observou-se contagens com médias entre 5,93 e 6,38 log₁₀ ufc g⁻¹. Já aos 60 dias, a menor contagem obtida foi no F13 com 5,02 log₁₀ ufc g⁻¹, e maior no FC com 6,48 log₁₀ ufc g⁻¹, enquanto para os filmes F10 e F11 foram 5,77 e 5,71 log₁₀ ufc g⁻¹, consecutivamente. Para um desejado efeito antimicrobiano do CO₂ em atmosfera modificada, depende de inúmeros fatores, destacando a temperatura, que tem efeito mais expressivo quanto mais baixa for a temperatura, além disso, a ação do CO₂ é dependente do pH e das condições metabólicas dos microrganismos presentes (Sousa et al., 2018).

Para efeito do filme plástico de enterobactérias ($P < 0,01$), maior crescimento foi para FC com 6,82 log₁₀ ufc g⁻¹ e menor em F11 com 6,34 log₁₀ ufc g⁻¹. Já o efeito do dia ($P < 0,01$), ocorreu diminuição do crescimento conforme os dias de armazenamento, em que aos 60 dias ocorreu menor média 5,74 log₁₀ ufc g⁻¹, isso está atribuído ao menor pH que foi 5,23. Diferentes microrganismos indesejáveis podem crescer quando o pH é insuficientemente reduzido, além disso a presença de oxigênio contribuiu para a sobrevivência de entrebaterias (Coan et al., 2007; Driehuis et al., 2018).

Não houve interação entre os filmes e dias de fermentação ($P = 0,11$) nem efeito do filme plástico ($P = 0,80$) na fermentação láctica, entretanto foi observado diferença no dia ($P < 0,01$) em que aos 15 e 30 dias os valores foram mais elevados, com médias de 73,7 e 61,2 g kg⁻¹ MS respectivamente (Tabela 5). Resultados superiores aos de Arriola et al. (2015), que verificaram teores de ácido láctico de 10,4 g kg⁻¹ MS em pré-secado de capim-tifton 85 após 112 dias de fermentação e de Santos et al. (2011) em silagem de Basiliski com 22,2 g kg⁻¹ MS aos 56 dias de fermentação com concentração de CS de 26,2 g kg⁻¹ MS na ensilagem. Valor mais baixo ao desse estudo, assim o pré-secado do capim-marandu caracterizou boa fermentação láctica.

No ácido acético, houve efeito apenas para dia ($P < 0,01$) não ocorrendo efeito dos filmes plásticos ($P = 0,06$) nem interação entre os fatores ($P = 0,18$). Maior média foi aos 60

dias com 0,98 g kg⁻¹ MS. Compreendendo que enterobactérias produzem ácido acético em condições de teores de MS ideais para silagens 250 a 350 g kg⁻¹, a pré-secagem de 400 g kg⁻¹ provavelmente favoreceu a baixa fermentação acética, devido ao controle desse grupo microbiano, apesar dos valores de pH elevados, os quais poderiam ter favorecido esse grupo microbiano.

Tabela 5 - Médias de ácidos orgânicos e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) em pré-secado de capim-marandu revestido com diferentes filmes plásticos aos 7, 15, 30 e 60 dias de armazenamento

Item	Láctico	Acético	Butírico	Propiônico	N-NH ₃
	-----g kg ⁻¹ MS-----				--% NT--
Dia 07					
FC	40,00	1,03	0,09	1,24	1,85 ^a
F10	20,70	0,46	0,07	1,00	1,02 ^b
F11	42,00	0,32	0,06	0,53	0,91 ^b
F13	48,40	0,35	0,06	0,37	1,20 ^{ab}
Dia 15					
FC	61,40	0,93	0,11	0,37	1,41
F10	81,80	0,67	0,12	0,48	1,10
F11	70,10	0,51	0,08	0,36	1,11
F13	81,50	0,70	0,08	0,57	1,22
Dia 30					
FC	57,30	0,60	0,11 ^{ab}	0,40	0,82
F10	61,60	0,61	0,14 ^a	1,42	0,90
F11	71,30	0,68	0,07 ^b	0,31	0,67
F13	54,60	0,38	0,07 ^b	0,12	1,93
Dia 60					
FC	35,20	0,92	0,06	0,84	1,25
F10	39,00	1,06	0,09	1,04	1,10
F11	20,40	1,09	0,07	1,08	1,30
F13	31,60	0,84	0,09	0,77	1,06
Efeito do filme plástico					
FC	48,50	0,87	0,09 ^{ab}	0,71	1,33 ^a
F10	50,80	0,70	0,10 ^a	0,98	1,03 ^{ab}
F11	50,90	0,65	0,07 ^b	0,57	1,00 ^b
F13	54,00	0,57	0,07 ^b	0,46	1,17 ^{ab}
Efeito do dia					
07	37,80 ^b	0,50 ^b	0,07 ^b	0,78	1,25 ^a
15	73,70 ^a	0,70 ^{ab}	0,10 ^a	0,45	1,21 ^{ab}
30	61,20 ^a	0,57 ^b	0,10 ^a	0,56	0,90 ^b
60	31,50 ^b	0,98 ^a	0,08 ^{ab}	0,93	1,18 ^{ab}
EPM	0,591	0,011	0,001	0,023	0,086
Efeitos					
Filme plástico	0,80	0,06	<0,01	0,12	0,04
Dia	<0,01	<0,01	<0,01	0,14	0,03
Filme plástico × Dia	0,11	0,18	0,07	0,37	0,09

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. FC: filme convencional; F10: filme 10µm; F11: filme 11µm; F13: filme 13µm; EPM: erro padrão da média.

As bactérias lácticas heterofermentativas apesar da maior tolerância a baixa atividade de água possivelmente não foram dominantes durante a fermentação, embora os valores de pH tenham permanecido em uma faixa adequada para esse grupo microbiano. Possivelmente o

baixo teor de carboidratos solúveis possa ter impossibilitado a competição por substrato, resultando em reduzida fermentação heteroláctica, e dessa forma, baixa produção de ácido acético, uma vez que a microbiota epifítica do capim-marandu é dominada por cepas homofermentativas ou heterofermentativas facultativas, como *Lactobacillus plantarum* (Santos et al., 2011).

Não houve interação entre filmes plásticos e dias de fermentação ($P = 0,07$) para o ácido butírico, ocorrendo efeito do filme plástico ($P < 0,01$) e dia ($P < 0,01$) a fermentação butírica foi satisfatória, variando de 0,06 a 0,14 g kg⁻¹ MS durante todo período avaliado.

Não houve interação entre filmes plásticos e dias de fermentação ($P = 0,37$) para ácido propiônico, as fermentações ficaram dentro do aceitável, conforme Thomas (1976) verificou em Alfafa variando de 500 a 600 g kg⁻¹ de MS médias de ácidos propiônico 0,1 a 14,20 g kg⁻¹ em que todos estavam dentro do limite adequado.

A fermentação láctica aos 15 e 30 dias correspondeu ao recomendado para silagem de capins com 300 a 350 g kg⁻¹ de MS que deve estar entre 60 a 100 g kg⁻¹ MS (Kung Jr.; Shaver, 2001). Entretanto, valores de ácido láctico de 0 a 15, 20 g kg⁻¹ MS e ausências de fermentação butírica e propiônica em pré-secado de Azevém mostraram características distintivas de boa conservação (Bergero et al., 2002). As concentrações aqui obtidas, estão dentro do recomendado, uma vez que, é normal baixas fermentações de ácidos orgânicos em pré-secados, devido a desidratação do material que diminui a concentração de água e à falta ou baixa prevalência de bactérias heterofermentativas (Costa et al., 2018).

Não foi observado interação entre filmes plásticos e dias de fermentação ($P = 0,09$) para N-NH₃/NT, havendo efeito no filme ($P = 0,04$) com pouca variação entre os filmes (1,0 a 1,33%). Também houve efeito do dia de armazenamento ($P = 0,03$), sendo que aos 7 dias (1,25% de N-NH₃/NT) diferiu de 30 dias (0,90% de N-NH₃/NT).

Todos os revestimentos mantiveram pré-secado com baixo teor de N-NH₃/NT. Forragens conservadas com teor de N-NH₃/NT inferior a 10% mostra que o processo de fermentação não resultou em conversão excessiva da proteína em amônia via metabolismo proteolítico (Van Soest, 1994).

Com relação a composição química foi observado efeito ($P < 0,01$) de filme somente para MS (Tabela 6). O filme F13 resultou em maior média de MS 522,4 g kg⁻¹, e menor no FC 449,9 g kg⁻¹. Maior espessura parece ter influência para esses resultados, como observado por Keller et al. (1998), que constatou alterações de MS no revestimento de fardos de silagem de Alfafa com 547 e 342 g kg⁻¹ de MS com 4 (total de 100µm) e 8 (total de 200µm) camadas respectivamente. Comportamento parecido ao desse estudo, pois o total das camadas de F13

(104 μm) e FC (216 μm) são próximos de 4 e 8 camadas, respectivamente. Entretanto, outro fato que pode explicar a MS do F13, foi o tempo de espera no momento do revestimento, este foi o último a ser utilizado nos fardos de pré-secado, resultando em mais tempo de desidratação da forragem.

Tabela 6 - Composição química do pré-secado de capim-marandu após 60 dias de armazenamento

Tratamento	MS g kg ⁻¹ MN	MM	MO	PB	CS	FDN	FDA
	-----g Kg ⁻¹ MS-----						
FC	449,9 ^c	65,7	934,3	91,2	25,02	881,8	423,8
F10	463,4 ^b	70,0	930,0	91,4	25,53	849,1	413,5
F11	453,6 ^c	66,0	934,0	88,9	27,19	805,8	393,6
F13	522,4 ^a	65,0	934,9	92,4	22,64	862,9	457,1
P-Valor	<0,01	0,47	0,47	0,39	0,76	0,34	0,48
EPM	0,12	0,23	0,23	0,13	3,00	2,77	2,77

Letras iguais na mesma coluna não diferem pelo teste Tukey a 5%. MS: matéria seca; MM: matéria mineral; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; CS: carboidrato solúveis; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; MN: matéria natural. FC: filme convencional; F10: filme 10 μm ; F11: filme 11 μm ; F13: filme 13 μm ; EPM: erro padrão da média.

Não foi observado efeito para MM, MO, PB, CS, FDN e FDA. Isso significa que os filmes plásticos testados foram capazes de criar condições homogêneas sem interferir na composição química (Snell et al., 2001). A espessura parece não ter influência na composição química, conforme relatado por Snell et al. (2002) que não observaram efeito na composição química de silagem de milho vedadas com filmes de polietileno com 90, 150, e 200 μm . Também não foram relatados efeito em gramíneas ensiladas e vedadas por filmes com 90, 125, 150 e 200 μm (Snell et al., 2003). A diferença apenas na MS deve ser considerada, uma vez que, as demais análises químicas não foram constatadas diferenças estatísticas.

O crescimento de mofos e leveduras durante a estabilidade foi expressivo (Tabela 7), porém pouco superior aos constatados por Taylor et al. (2002), que observaram crescimento de 8,17 log₁₀ ufc g⁻¹ em pré-secado de Alfafa e estabilidade aeróbia de 124 horas. Além disso, a fermentação acética e propiônica pode ter sido insuficiente produzidos pelas bactérias heterofermentativas, pois estas fermentações são mais eficazes no controle de fungos e leveduras (Neres et al., 2013).

As contagens de bactérias lácticas na abertura 0 hora apresentaram médias favoráveis para pré-secado. Próximos ao encontrado por Müller (2009) crescimento de 5,49 log₁₀ ufc g⁻¹ em pré-secado misto, composto por Timóteo, Festuca, Grama-de-ponta e Dente-de-leão.

Nota-se um crescimento de enterobactérias durante a exposição ao ar. O ideal para inibir esse crescimento durante a fermentação e na estabilidade é que o pH permaneça abaixo de 4 (Queiroz et al., 2018). Isso é necessário, pois quando enterobactérias se desenvolvem na fase

aeróbia representam sério risco para a qualidade do material conservado (Schocken-Iturrino et al., 2005). O pH durante a fermentação de 60 dias (Tabela 4) não foi suficiente para acidificar e inibir o crescimento de enterobactérias, da mesma forma durante a estabilidade, isso explica o crescimento após abertura dos pré-secados.

Tabela 7 - Quantificação microbiológica (\log_{10} ufc g^{-1}) de pré-secado de capim-marandu durante a estabilidade aeróbia

Item	Mofos e Leveduras	Bactérias Lácticas ----- \log_{10} ufc g^{-1} peso fresco-----	Enterobactérias
Hora 0			
FC	8,17	6,40	6,48
F10	7,82	5,73	5,76
F11	7,25	5,80	5,71
F13	7,66	5,91	5,02
Hora 48			
FC	8,67	<2,0	5,73
F10	12,01	<2,0	6,28
F11	7,19	<2,0	4,49
F13	9,80	<2,0	6,45
Hora 96			
FC	10,89	<2,0	7,83
F10	12,41	<2,0	7,44
F11	10,44	<2,0	6,14
F13	10,94	<2,0	5,67

FC: filme convencional; F10: filme 10 μ m; F11: filme 11 μ m; F13: filme 13 μ m.

Não foi observado interação entre filmes plásticos e hora ($P = 0,16$) para pH, porém houve efeito do filme ($P = 0,02$) com pouca variação (pH de 5,51 a 5,84), enquanto que para o efeito da hora ($P < 0,01$), manteve-se estável até 48 horas, registrando-se aumento até 96 horas com valor 6,46 (Tabela 8).

Não foi observado interação entre filmes plásticos e hora para ácido láctico ($P = 0,31$) e acético ($P = 0,82$), houve efeito apenas para hora ($P < 0,01$) em ambos. Na fermentação láctica, maior concentração na abertura de 0 hora com 31,52 $g\ kg^{-1}$ MS, estabilizando após 48 horas de exposição ao ar. Conforme Wilkinson & Davies (2012) a pré-secagem ao conferir maior concentração de MS da gramínea, reflete em uma restrição na extensão da fermentação e maior concentração de carboidratos solúveis residual, e assim confere uma fonte potencial de substrato disponível para o crescimento da microbiota aeróbia quando a massa é exposta ao ar.

Outro fator que pode estar associado é valor mais elevado de pH, que pode induzir a um maior crescimento de outros microrganismos em detrimento das bactérias lácticas. Contudo, emurhecimento da forragem aumentando os conteúdos de MS reduz a atividade da água, restringindo o crescimento de bactérias resultando em baixa intensidade de fermentação, o que pode prolongar a estabilidade aeróbica (Castro et al., 2006).

Tabela 8 - Médias de pH, ácidos orgânicos e nitrogênio amoniacal de pré-secado de capim-marandu durante a estabilidade aeróbia

Item	pH	-----g kg ⁻¹ MS-----				N-NH ₃ -% NT-
		Láctico	Acético	Butírico	Propiônico	
Hora 0						
FC	5,20	35,22	0,92	0,06	0,84	1,25
F10	5,40	38,95	1,06	0,09	1,04	1,10
F11	5,13	20,36	1,09	0,07	1,08	1,30
F13	5,20	31,55	0,84	0,09	0,77	1,06
Hora 48						
FC	5,53	0,64	1,54	0,07 ^b	1,01	1,80
F10	5,60	0,23	1,11	0,09 ^{ab}	0,84	1,84
F11	5,07	0,39	1,88	0,18 ^a	1,42	1,37
F13	5,27	0,79	1,21	0,09 ^{ab}	0,62	1,42
Hora 96						
FC	6,30	8,05	0,53	0,18 ^a	2,25 ^a	1,63
F10	6,53	0,71	0,03	0,07 ^b	0,30 ^b	1,62
F11	6,33	0,94	0,06	0,08 ^b	0,41 ^b	1,19
F13	6,67	0,55	0,05	0,09 ^{ab}	0,43 ^b	1,21
Efeito do filme plástico						
FC	5,68 ^{ab}	16,55	1,00	0,10	1,37 ^a	1,56
F10	5,84 ^a	13,99	0,73	0,08	0,73 ^b	1,52
F11	5,51 ^b	8,41	1,01	0,11	0,97 ^{ab}	1,29
F13	5,71 ^{ab}	13,33	0,70	0,09	0,61 ^b	1,23
Efeito da hora						
0	5,23 ^b	31,52 ^a	0,98 ^a	0,08	0,93	1,18 ^b
48	5,37 ^b	5,13 ^b	1,43 ^a	0,11	0,98	1,61 ^a
96	6,46 ^a	2,56 ^b	0,17 ^b	0,11	0,85	1,41 ^{ab}
EPM	0,083	0,313	0,024	0,002	0,020	0,087
Efeitos						
Filme plástico	0,02	0,18	0,56	0,37	0,02	0,29
Hora	<0,01	<0,01	<0,01	0,12	0,81	<0,01
Filme plástico × Hora	0,16	0,31	0,82	<0,01	<0,01	0,37

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. FC: filme convencional; F10: filme 10µm; F11: filme 11µm; F13: filme 13µm; EPM: erro padrão da média.

O ácido acético variou de 0,17 a 1,43 g kg⁻¹ MS em função da hora de exposição. Contudo, todos valores permaneceram dentro da concentração crítica, que corresponde teores ideal abaixo de 0,8% da MS (Coan et al., 2007). Apesar de ser baixa essa fermentação é necessária, mesmo que ocorra perdas de MS devido fermentação heteroláctica, o ácido acético produzido inibe as leveduras durante exposição ao ar, melhorando assim a estabilidade aeróbia (Kung Jr. et al., 2018).

Houve interação entre filmes plásticos e hora ($P < 0,01$) para ácido butírico e propiônico. As concentrações butíricas variaram 0,6 a 0,18 g kg⁻¹ de MS durante às 96 horas, todos os revestimentos estão conforme aceitáveis para silagens de gramíneas com 300 g kg⁻¹ de MS, uma fermentação acética de até 5 g kg⁻¹ MS (Kung Jr., 2010). Assim como ácido propiônico, mesmo os filmes de menor espessura F10, F11 e F13 com 0,73, 0,97 e 0,61 g kg⁻¹ MS sugerem menor fermentação propiônica comparado FC 1,37 g kg⁻¹ MS no efeito do filme ($P = 0,02$).

Essa fermentação é de interesse, pois pode melhorar estabilidade aeróbia (Magalhães; Rodrigues, 2004).

Para a concentração de $N-NH_3/NT$ foi observado efeito apenas no tempo de exposição ($P < 0,01$), com variação de 1,18 a 1,61% do $N-NH_3/NT$. Valores baixos devido a MS do pré-secado, pois é obtido principalmente de fermentação clostridia mais comum em alta umidade. Ocorrido devido à quebra de proteína e aminoácidos (Sá et al., 2020). Notadamente, o ato do emurchecimento inibe a ação de clostrídios e diminui a fermentação butírica dos pré-secados.

As figuras 7 e 8 correspondem as temperaturas durante a estabilidade aeróbia de todos os tratamentos durante o período de 96 horas de exposição ao ar. Observa-se que não houve aumento de $2^\circ C$ acima da temperatura ambiente controlada de $25^\circ C$, os pré-secados mantiveram comportamento similares durante 96 horas.

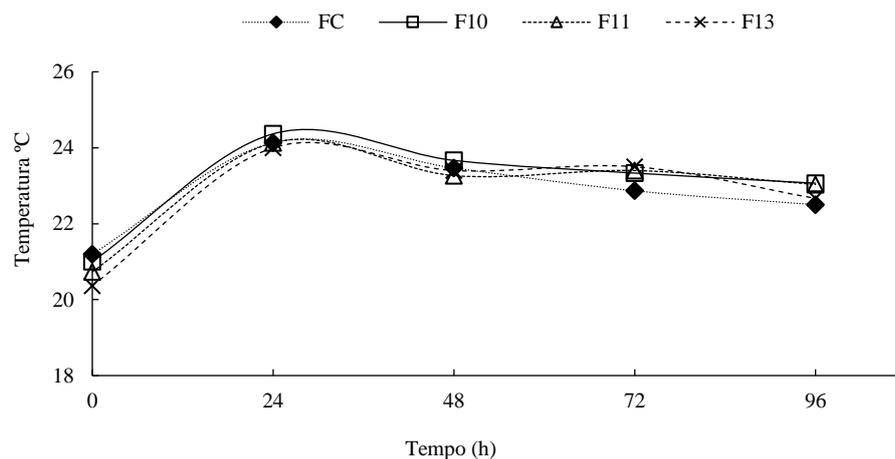


Figura 7 - Temperaturas superficiais em pré-secados de capim-marandu revestidos com filmes plásticos de diferentes espessuras: FC: filme convencional $27\mu m$, F10: filme $10\mu m$, F11: filme $11\mu m$ e F13: filme $13\mu m$ às 0, 24, 48, 72 e 96 horas de exposição ao ar.

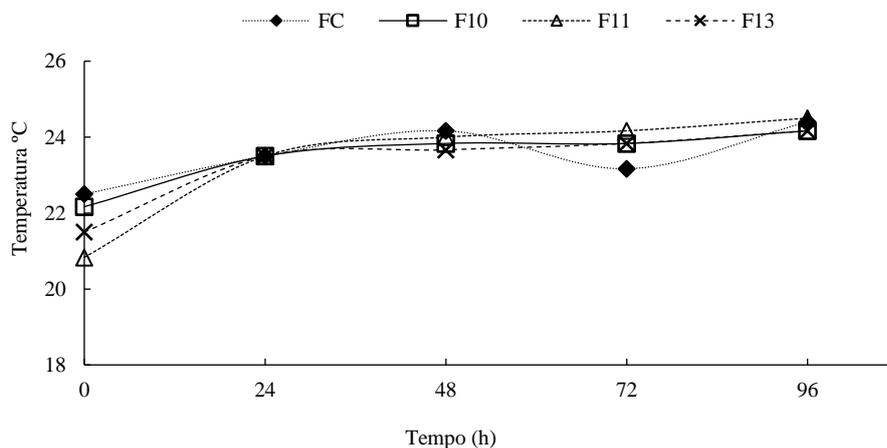


Figura 8 - Temperaturas internas em pré-secados de capim-marandu revestidos com filmes plásticos de diferentes espessuras: FC: filme convencional 27 μ m, F10: filme 10 μ m, F11: filme 11 μ m e F13: filme 13 μ m às 0, 24, 48, 72 e 96 horas de exposição ao ar.

A temperatura interna da massa dos pré-secados (Figura 8) variaram de 20,8 a 24,5°C, estes tiveram aquecimento médio de 3,7 °C de 0 às 96 horas, comportamento que ocorreu de forma mais expressiva logo às 24 horas, pois estabilizaram e mantiveram uma constância até às 96 horas.

A exposição imediata ao oxigênio promoveu aumento dos microrganismos aeróbios, porém com uma atividade microbiana reduzida, provavelmente em função da baixa atividade de água e uma concentração não elevada de ácido láctico e açúcares, os quais são os principais substratos utilizados pelos microrganismos deterioradores (Santos; Zanine, 2006). Esta crescente população provavelmente seja mesófila e termófilos, que compreendem importância relativa, pois dependem principalmente de suas concentrações iniciais, e o crescimento aos 15 °C predominam mesófilos, já aos 25°C, ambos são igualmente importantes, havendo dominância de termófilos aos 35°C (Pitt, 1991). Assim todos os fardos de pré-secados mantiveram-se estáveis. Müller (2009) também não detectou aumento de temperatura durante o armazenamento aeróbio por cinco dias e Arriola et al. (2015) verificaram estabilidade em pré-secado de capim-tifton 85 de 99 horas.

Em uma avaliação geral dos resultados obtidos, os de 10, 11 e 13 μ m durante os 60 dias de fermentação promoveram controle com concentrações de O₂ e temperatura semelhantes ao FC, mas mantiveram menores concentrações de CO₂. Houve poucas variações nos valores de pH, mofos e leveduras, bactérias lácticas e enterobactérias durante os 60 dias de fermentação. Todos os filmes plásticos permitiram baixa fermentação de ácidos orgânicos e concentração de nitrogênio amoniacal. Alteração na composição química foi verificada apenas na MS, mantida maior umidade em FC com 449,9 g kg⁻¹. Na estabilidade aeróbia, o revestidos F10 proporcionou predominância de mofos e leveduras, acima de 12 log₁₀ ufc g⁻¹ a partir das 48 horas. F11 e F13 promoveram crescimento estável de enterobactérias até às 96 horas.

O pré-secado de capim-marandu mostrou características fermentativas 60 dias próximas aos de forragens convencionalmente usadas. As médias desse estudo com variações de pH 5,13 a 5,40, ácido láctico 20,4 a 39 g kg⁻¹ MS, acético 0,92 a 1,09 g kg⁻¹ MS, butírico 0,06 a 0,09 g kg⁻¹ MS, propiônico 0,84 a 1,08 g kg⁻¹ MS e mofos e leveduras 7,25 a 8,17 log₁₀ ufc g⁻¹, bactérias lácticas 5,74 a 6,4 log₁₀ ufc g⁻¹ e enterobactérias 5,02 a 6,48 log₁₀ ufc g⁻¹, são coerentes em comparação aos pré-secados de capim-tifton 85 com pH de 6,04, ácidos láctico (21,5 g kg⁻¹

MS), acético ($5,5 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$), butírico ($0,2 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$) e propiônico ($0,6 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$) (Bernard et al., 2010) e, valores semelhantes aos de gramíneas mistas de Festuca, Timóteo e Trevo vermelho com contagens microbiológicas de mofos e leveduras $8,57 \text{ log ufc g}^{-1}$, bactérias lácticas $6,52 \text{ log ufc g}^{-1}$ e enterobactérias $4,3 \text{ log ufc g}^{-1}$ (Schenck; Müller, 2014). Dessa forma, o capim-marandu pode ser conservado como pré-secado.

CONCLUSÕES

Não obstante, filme convencional de polietileno de $27\mu\text{m}$ e filmes em atmosfera modificada de policloreto de vinila de 10, 11 e $13\mu\text{m}$ de espessura, podem ser utilizados no revestimento de pré-secado de capim-marandu. Conforme os resultados obtidos, recomenda-se a utilização aos 60 dias de armazenamento. Os grupos microbiológicos de mofos e leveduras, sugerem sua utilização até 48 horas após abertura.

REFERÊNCIAS

- ARRIOLA, K.G.; QUEIROZ, O.C.M.; ROMERO, J.J.; CASPER, D.; MUNIZ, E.; HAMIE, J.; ADESOGAN, A.T. Effect of microbial inoculants on the quality and aerobic stability of bermudagrass round-bale haylage. **Journal of Dairy Science**. v.98, n.1, 2015.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 15th ed. Arlington: AOAC International, 1990. 1117p.
- BENETT, C.G.S.; BUZZETTI, S.; SILVA, K.S.; BERGAMASCHINE, A.F.; FABRICIO, J.A. Produtividade e composição bromatológica do capim-marandu a fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.5, p.1629-1636, 2008.
- BERGERO, D.; PEIRETTI, P.G.; COLA, E. Intake and apparent digestibility of perennial ryegrass haylage fed to ponies either at maintenance or at work. **Livestock Production Science**. v.77, p.325-329, 2002.
- BERNARD, J.K.; CASTRO, J.J.; MULLIS, N.A.; ADESOGAN, A.T.; WEST, J.W.; MORANTES, G. Effect of feeding alfalfa hay or Tifton 85 bermudagrass haylage with or without a cellulase enzyme on performance of Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n.11, p.5280–5285, 2010.
- BISAGLIA, C.; TABACCO, E.; BORREANI, G. The use of plastic film instead of netting when tying roundvbales for wrapped baled silage. **Biosystems engineering**, v.108, p.1-8, 2011.
- BOLSEN, K.K.; LIN, C.; BRENT, C.R.; FEYERHERM, A.M.; URBAN, J.E.; AIMUTIS, W.R. Effects of silage additives on the microbial succession and fermentation process of Alfafa and corn silages. **Journal of Dairy Science**. v.75, p.3066-3083, 1992.
- BORREANI, G.; TABACCO, E. The Effect of a Baler Chopping System on Fermentation and Losses of Wrapped Big Bales of Alfalfa. **Agronomy Journal**, v.98, n.1, p.1-7, 2006.
- CASSIMIRO, J.B.; ROCHETTI, A.C.A.; HEINRICHS, R.; CASTILLO, E.O.F. Volatilização da amônia e avaliação do capim-marandu sob doses e fontes de fertilizantes nitrogenados. **Research, Society and Development**, v.9, n.8, p.1-16, 2020.
- CASTRO, F.G.F.; NUSSIO, L.G.; HADDAD, C.M.; CAMPOS, F.P.; COELHO, R.M.; MARI, L.J.; TOLEDO, P.A. Perfil microbiológico, parâmetros físicos e estabilidade aeróbia de silagens de capim-tifton 85 (*Cynodon* sp.) confeccionadas com distintas concentrações de matéria seca e aplicação de aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.2, p.358-371, 2006.
- COAN, R.M.; REIS, R.A.; GARCIA, G.R.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; FERREIRA, D.S.; RESENDE, F.D.; GURGEL, F.A. Dinâmica fermentativa e microbiológica de silagens dos capins Tanzânia e Marandu acrescidas de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.5, p.1502-1511, 2007.
- COBLENTZ, W.K.; OGDEN, R.K.; AKINS, M.S.; CHOW, E.A. Storage characteristics, nutritive value, and fermentation characteristics of large, round bales of alfalfa–mixed grass

forage wrapped with different layers of stretch film1. **The Professional Animal Scientist**, v.32, p.805–815, 2016.

CORSATO, C.E.; SCARPARE FILHO, J.A.; SALES, E.C.J. Teores de carboidratos em órgãos lenhosos do caquizeiro em clima tropical. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n.2, p. 414-418, 2008.

COSTA, M.L.L.; RESENDE, A.S.C.; DUARTE, I.N.H.; LIMA, N.R.; MOREIRA, G.R. Valor nutricional da silagem pré-secada de capim Tifton – 85. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.6, n.1. p.26-33, 2019.

COSTA, M.L.L.; REZENDE, A.S.C.; FONSECA, M.G.; LAGE, J.; PIMENTEL, P.P.; MIZUBUTI, I.Y.; FREITAS, G.P.; MOREIRA, G.R.; LANA, A.M.Q.; SALIBA, E.O.S. Fermentation pattern of tropical grass haylage and digestibility compared to hay in equine diet. **Semina: Ciências Agrárias**. v.39, n.5, p.2125-2132, 2018.

DRIEHUIS, F.; WILKINSON, J.M.; JIANG, Y.; OGUNADE, I.; ADESOGAN, A.T. Silage review: Animal and human health risks from silage. **Journal of Dairy Science**. v.101, n.5, p. 4093-4110, 2018.

DUBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J.K.; REBERS, P.A.; SMITCH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Biochemistry**, v.28, n.3, p. 350-356, 1956.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Brachiaria brizantha cv. Marandu**. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, Campo Grande, MS, EMBRAPA, 1984. 31p.

EUCLIDES, V.P.B.; MONTAGNER, D.B.; BARBOSA, R.A.; NANTES, N.N. Manejo do pastejo de cultivares de *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf e de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Ceres**, v.61, p.808-818, 2014. (Suplemento).

EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G.; AMARAL, P.N.C.; PEREIRA, R.C.; SALVADOR, F.M.; SANTANA, R.A.V. Produção de silagem de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf cv. Marandu) com e sem emurchecimento. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.2, p.443-449, 2004.

FENLON, D.R.; WILSON, J.; WEDDELL, J.R. The relationship between spoilage and *Listeria monocytogenes* contamination in bagged and wrapped big bale silage. **Grass and Forage Science**, v.44, p.97-100, 1989.

FERREIRA, D.J.; ZANINE, A.M.; LANA, R.P.; SOUZA, A.L.; NEGRÃO, F.M.; GERON, L.J.V.; PARENTE, H.N.; DANTAS, C.C.O. Kinetic parameters of ruminal degradation of Marandu grass silage supplemented with brewer's grain. **Ciencia e Investigación Agraria**, v.43, n.1, p.135-142, 2016.

GONZÁLEZ, G.; RODRÍGUEZ, A.A. Effect of storage method on fermentation characteristics, aerobic stability and forage intake of tropical grasses ensiled in round bales. **Journal of Dairy Science**. v.86, n.3, p.926-933, 2003.

GORDON, C.H.; DERBYSHIRE, J.C.; WISEMAN, H.G.; E. A. KANE, E.A.; MELIN, C.G. Preservation and feeding value of alfalfa stored as hay, haylage, and direct-cut silage. **Journal of Dairy Science**, v.44, p.1299-1311, 1961.

GREENGRASS, J. Films para envasado en atmósfera modificada. In: PARRY, R.T. **Envasado de los alimentos em atmosfera modificada**. Madrid: A. Madrid Vicente, 1993. p. 79-118.

KELES, G.; O'KIELY, P.; LENEHAN, J.J.; FORRISTAL, P.D. Conservation characteristics of baled grass silages differing in duration of wilting, bale density and number of layers of plastic stretch-film. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, v.48, p.21-34, 2009.

KELLER, Th.; NONN, H.; JEROCH, H. The effect of sealing and of additives on the fermentation characteristics and mould and yeast counts in stretch film wrapped big-bale lucerne silage. *Archives of Animal Nutrition*, v.51, p.63-75, 1998.

KÖPPEN, W. Das geographischa System der Klimate. In: **Handbuch der Klimatologie**, edited by: Köppen, W.; Geiger, R. V. Gebr, Borntraeger. Berlin, v.1, p.1-44, 1936.

KUNG JR, L. **A review on silage additives and enzymes**. Newark, DE: Department of Animal and Food Sciences University of Delaware, 2010, 19717-1303.

KUNG JR, L.; SHAVER, R.D. Interpretation and use of silage fermentation analysis reports. **Focus on Forage**. v.3, n.13. P.1-5. University of Wisconsin Extension, Madison. 2001.

KUNG JR, 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, n.5, p. 4020-4033, 2018.

MAGALHÃES, V.J.A.; RODRIGUES, P.H.M. Avaliação de Inoculante Microbiano na Composição Bromatológica, Fermentação e Estabilidade Aeróbia da Silagem Pré-Seca de Alfafa. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.33, n.1, p.51-59, 2004.

MANTILLA, S.P.S.; MANO, S.B.; VITAL, H.C.; FRANCO, R.M. Atmosfera modificada na conservação de alimentos. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambiental.**, v.8, n.4, p.437-448, 2010a.

MANTILLA, S.P.S.; SANTOS, É.B.; VITAL, H.C.; MANO, S.B.; FRANCO, R.M. Atmosfera modificada e irradiação: métodos combinados de conservação e inocuidade alimentar. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**. n.15, p.1-23, 2010b.

MARTHA JR, G.B.; VILELA, D.; SOUSA, D.M.G. Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina, DF: **Embrapa Cerrados**. 2007. 224p.

MCENIRY, J.; FORRISTAL, P.D.; O'KIELY, P. Gas composition of baled grass silage as influenced by the amount, stretch, colour and type of plastic stretch-film used to wrap the bales, and by the frequency of bale handling. **Grass and Forage Science**, v.66, p.277-289, 2011.

MÜLLER, C.E. Fermentation patterns of small-bale silage and haylage produced as a feed for horses. **Grass and Forage Science**, v.60, p.109-118, 2005.

MÜLLER, C.E. Long-stemmed vs. cut haylage in bales-Effects on fermentation, aerobic storage stability, equine eating behaviour and characteristics of equine faeces. **Animal Feed Science and Technology**. v.152, n.4. p.307-321, 2009.

NATH, C.D.; NERES, A.M.; SHEIDT, K.C.; BERSONT, L.S.; SUNAHARA, A.S.M.M.; SARTO, J.R.W.; STANGARLIN, J.R.; GOMES, S.D.; SERENO, M.J.; PERIN, A.P. Characterization of Tifton 85 bermudagrass haylage with different layers of polyethylene film and storage time. **Asian-Australas Journal of Animal Sciences**. v.31, n.8, p.1197-1204, 2018.

NERES, M.A.; ZAMBOM, M.A.; FERNANDES, T.; CASTAGNARA, D.D.; RODRIGUES, J.F.H.; TAFFAREL, L.E.; JAVORSKI, C.R.; POZZA, M.S.S. Microbiological profile and aerobic stability of Tifton 85 bermudagrass silage with different additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.6, p.381-387, 2013.

O'KIELY, P.; FORRISTAL, D.; LENEHAN, J.J. **Baled Silage - Development of reliable baled silage systems**. ARMIS, n.4284, 1999, 35p.

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; SILVA, E.A.M.; QUEIROZ, D.S.; GOMIDE, C.A.M. Características Anatômicas da Lâmina Foliar e do Colmo de Gramíneas Forrageiras Tropicais, em Função do Nível de Inserção no Perfilho, da Idade e da Estação de Crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.890-899, 2002. (Suplemento).

PAULA, C.C.L.; EUCLIDES, V.P.B.; LEMPP, B.; BARBOSA, R.A.; MONTAGNER, D.B.; CARLOTO, M.N. Acúmulo de forragem, características morfogênicas e estruturais do capim-marandu sob alturas de pastejo. **Ciência Rural**, v.42, n.11, p.2059-2065, 2012.

PEREIRA, J.R.; REIS, R.A. Produção de silagem pré-secada com forrageiras temperadas e tropicais. In: Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas, 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2001. 319p.

PITT, R.E.; MUCK, R.E.; PICKERING, N.B. A model of aerobic fungal growth in silage. **Grass and Forage Science**. v.46, p.301-312, 1991.

QUEIROZ, O.C.M.; OGUNADE, I.M.; WEINBERG, Z.; ADESOGAN, A.T. Silage review: Foodborne pathogens in silage and their mitigation by silage additives. **Journal of Dairy Science**. v.101, n.5, p. 4132-4142, 2018.

RIGUEIRA, J.P.S.; PEREIRA, O.G.; RIBEIRO, K.G.; MANTOVANI, H.C.; AGARUSSI, M.C.N. The chemical composition, fermentation profile, and microbial populations in tropical grass silages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.9, p.612-621, 2013.

RODRIGUES JR, C.T.; CARNEIRO, M.S.S.; MAGALHÃES, J.A.; PEREIRA, E.S.; RODRIGUES, B.H.N.; COSTA, N.L.; PINTO, M.S.C.; ANDRADE, A.C.; PINTO, A.P.; FOGAÇA, F.H.S.; CASTRO, K.N.C. Produção e composição bromatológica do capim-Marandu em diferentes épocas de diferimento e utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.3, p.2141-2154, 2015. (Suplemento 1).

ROVERSI, R.M.; MASSON, M.L. Qualidade da Alface crespa minimamente processada acondicionada em atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**. v.28, n.4, p.823-830, 2004.

SÁ, W.C.C.S.; SANTOS, E.M.; OLIVEIRA, J.S.; ARAUJO, G.G.L.; PERAZZO, A.F.; SILVA, A.L.; PEREIRA, D.M.; CÉSAR NETO, J.M.; SANTOS, F.N.S.; LEITE, G.M. Fermentative characteristics and chemical composition of cochineal nopal cactus silage containing chemical and microbial additives. **The Journal of Agricultural Science**. p.1-9, 2020.

SANTOS, E.M.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R.; FERREIRA, C.L.L.F.; OLIVEIRA, J.S.; SILVA, T.C.; ROSA, L.O. Microbial populations, fermentative profile and chemical composition of signalgrass silages at different regrowth ages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.4, p.747-755, 2011.

SANTOS, E.M.; ZANINE, A.M. Silagem de gramíneas tropicais. **Colloquium Agrariae**. v.2, n.1, p.32-45, 2006.

SAS Institute. Statistical Analysis System user's guide. Version 9.1. Cary: SAS Institute, Inc. 2010.

SBRISSIA, A.F.; SILVA, S.C. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37, n.1, p.35-47, 2008.

SCHENCK, J.; E. MÜLLER, C.E. Microbial composition before and after conservation of grass-dominated haylage harvested early, middle, and late in the season. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.34, n.5, p.593-601, 2014.

SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; REIS, R.A.; COAN, R.M.; BERNARDES, T.F.; PANIZZI, R.C.; POIATTI, M.L.; PEDREIRA, M.S. Alterações químicas e microbiológicas nas silagens de capim-tifton 85 após a abertura dos silos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.2, p.464-471, 2005.

SIEGFRIED, R.; RUCKEMANN, H.; STUMPF, G. Method for the determination of organic acids in silage by high performance liquid chromatography. **Landwirtschaftliche Forschung**, v.37, p.298-304, 1984.

SINGH, V.P. Recent approaches in food bio-preservation - a review. **Open Veterinary Journal**. v.8, n.1, p.104-111, 2018.

SNELL, H.G.J.; OBERNDORFER, C.; KUTZ, A.; LÜCKE, W.; VAN DEN WEGHE, H.F.A. A system for testing plastic film for bunker silage preservation - Design and preliminary findings. **Journal of Agricultural Engineering Research**. v.79, n.1, p.37-45, 2001.

SNELL, H.G.J.; OBERNDORFER, C.; LÜCKE, W.; VAN DEN WEGHE, H.F.A. Effects of polyethylene colour and thickness on grass silage quality. **Grass and Forage Science**. v.58, p.239-248, 2003.

SNELL, H.G.J.; OBERNDORFER, C.; LÜCKE, W.; VAN DEN WEGHE, H.F.A. Effects of the colour and thickness of polyethylene film on ensiling conditions and silage quality of chopped maize, as investigated under ambient conditions and in mini-silos. **Grass and Forage Science**. v.57, p.342-350, 2002.

SOUSA, J.P.; PRAÇA, E.F.; ALVES, R.E.; BEZERRA NETO, F.; DANTAS, F.F. Influência do armazenamento refrigerado em associação com atmosfera modificada por filmes plásticos

na qualidade de mangas ‘Tommy Atkins. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.24, n.3, p.665-668, 2002.

SOUSA, J.T.A.; PONCIANO, C.S.; MORAIS, L.K.; VIEIRA, V.B. **Embalagem em atmosfera modificada e o aumento da vida de prateleira: Uma revisão da literatura**. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE. Campina Grande – PB, 2018.

SOUZA, G.A.; NOGUEIRA, A.R.A.; RASSIN, J.B. **Determinação de matéria seca e umidade em solos e plantas com forno de micro-ondas doméstico**. EMBRAPA, Circular Técnica v.33, 2002, 8.p.

TAYLOR, C.C.; KUNG JR. L. The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of high moisture corn in laboratory silos. **Journal of Dairy Science**. v.85, p.1526-1532, 2002.

TAYLOR, C.C.; RANJIT, N.J.; MILLS, J.A.; NEYLON, J.M.; KUNG JR, L. The effect of treating whole-plant barley with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v.85, n.7, p. 1793-1800, 2002.

THOMAS, J.W. Organic acids for haylage in snow-fence silos. **Journal of Dairy Science**. v.59, n.6, p.1104-1109, 1976.

TRINDADE, J.K.; DA SILVA, S.C.; SOUZA JR., S.J.; GIACOMINI, A.A.; ZEFERINO, C.V.; GUARDA, V.DA.; CARVALHO, P.C.F. Composição morfológica da forragem consumida por bovinos de corte durante o rebaixamento do capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.42, n.6, p.883-890, 2007.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminants**. 2ª.ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre, and no starch polysaccharides in relation to animal nutrition. In: Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583–3597, 1991.

WARD, G. **Modified atmosphere packaging for extending storage life of fresh fruits and Vegetables**. Johnson Matthey Atmosphere Control Technologies, Western Galilee, Israel, p.1-8, 2016.

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

WISNER, D.; LEWIS, J.; KRAUSE, F.; KAMINSKI, R. PVC environmental, health, safety. In: Wilkes C.E., Summers J.W. and Daniels C.A. (eds) **PVC handbook**. Munich: Hanser Publisher, p.639–678, 2005.

ZAGORY, D.; KADER, A.A. Modified atmosphere packaging of fresh produce. **Food Technology**, v.42, n.9, p.70–77, 1988.

ZANINE, A.M.; FERREIRA, D.J.; PARENTE, H.N.; PARENTE, M.O.M.; NASCIMENTO, T.V.C.; LIMA, A.G.V.O. Conservação de forragens no ajuste do manejo de pastagens. In:

Anais do I Simpósio Paraibano de Conservação e Utilização de Forragens: tecnologias e inovações para a pecuária nordestina, Areia, 2019. **Anais...** Areia, PB. 2019. 38p.

ZANINE, A.M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SILVA, W.L.S.; FERREIRA, D.J.; SILVEIRA, M.C.T.; PARENTE, H.N.; SANTOS, M.E.R. Morphogenetic and structural characteristics of guinea grass pastures under rotational stocking strategies. **Experimental Agriculture** (Print), p.1-14, 2016.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M; FERREIRA, D.J.; PEREIRA, O.G. Populações microbianas e componentes nutricionais nos órgãos do capim-tanzânia antes e após a ensilagem. **Semina: Ciências Agrárias**, v.28, n.1, p.143-150, 2007.

CAPÍTULO III

Pré-secado de capim-tanzânia revestido com filmes plásticos de diferentes espessuras

Pré-secado de capim-tanzânia revestido com filmes plásticos de diferentes espessuras

RESUMO

Objetivou-se avaliar a quantificação gasosa, temperatura, características de fermentação, composição química e estabilidade aeróbia em pré-secado de capim-tanzânia revestido com filmes de diferentes espessuras. Foram testados quatro filmes plásticos de diferentes espessuras no revestimento de pré-secado (10, 11, 13 e 27 μ m) associado aos tempos de armazenamento e durante a estabilidade aeróbia (0, 48 e 96 h) em delineamento inteiramente casualizado com três repetições organizados em esquemas fatoriais. A quantificação gasosa e a temperatura foram avaliadas nas primeiras 48 h (4 \times 4), quatro filmes e quatro tempos de armazenamento (0, 12, 24 e 48 h) e nos dias de armazenamento (4 \times 5), quatro filmes e cinco tempos de armazenamento (0, 7, 15, 30 e 60 d). As características fermentativas foram avaliadas em esquema fatorial (4 \times 4), quatro filmes e quatro tempos de armazenamento (7, 15, 30 e 60 d). Nas avaliações durante a estabilidade aeróbia (4 \times 3), quatro filmes e três tempos de armazenamento (0, 48 e 96 h). A concentração de O₂ estabilizou às 12 h abaixo de 4%. O pH mais elevado foi no filme de 27 μ m aos 7 e 15 d (pH 7,15 e 6,54), respectivamente, já aos 60 d, todos os filmes tiveram pH semelhante. Maiores médias de mofos e leveduras foram observadas no filme de 27 μ m (7,13 log₁₀ ufc g⁻¹) e 13 μ m (7,32 log₁₀ ufc g⁻¹) no efeito do filme. Todos os revestimentos permitiram baixa fermentação de ácidos orgânicos e concentração de nitrogênio amoniacal. O filme de 13 μ m proporcionou maior teor de matéria seca (655 g kg⁻¹) e proteína bruta (140,9 g kg⁻¹ de MS). A temperatura manteve-se estável durante estabilidade aeróbia de 96 h. Filmes de 10, 11, 13 e 27 μ m de espessura podem ser utilizados no revestimento de pré-secado de capim-tanzânia. Recomenda-se a utilização aos 60 dias de armazenamento.

Palavras-chave: Ácidos orgânicos. Composição química. Estabilidade aeróbia. Gases. *Panicum maximum*

Tanzania grass haylage coated with plastic films of different thicknesses

ABSTRACT

The objective was to evaluate the gas quantification, temperature, fermentation characteristics, chemical composition and aerobic stability of haylage of tanzania grass coated with films of different thicknesses. Four plastic films of different thicknesses were tested as haylage coating (10, 11, 13 and 27 μ m) associated to storage times and during aerobic stability (0, 48 and 96 h) in a completely randomized design with three replications organized in factorial schemes. Gas quantification and temperature were evaluated in the first 48 h (4 \times 4), being four films and four storage times (0, 12, 24 and 48 h) and over the storage days (4 \times 5), four films and five storage times (0, 7, 15, 30 and 60 d). The fermentative characteristics were evaluated in a factorial scheme (4 \times 4), being four films and four storage times (7, 15, 30 and 60 d). In the evaluations

during aerobic stability (4×3), there were four films and three storage times (0, 48 and 96 h). The O_2 concentration stabilized at 12 h below 4%. The highest pH was found in the film of 27 μm at 7 and 15 d (pH 7.15 and 6.54, respectively), whereas at 60 d, all films had a similar pH. Higher averages of molds and yeasts were observed in the film of 27 μm ($7.13 \log_{10} \text{cfu g}^{-1}$) and 13 μm ($7.32 \log_{10} \text{cfu g}^{-1}$) in the effect of the film. All coatings allowed low fermentation of organic acids and low ammoniacal nitrogen concentration. The film of 13 μm provided a higher content of dry matter (655 g kg^{-1}) and crude protein ($140.9 \text{ g kg}^{-1} \text{ DM}$). The temperature remained stable during the aerobic stability of 96 h. Films of 10, 11, 13 and 27 μm of thickness can be used in the coating of haylage of Tanzania grass. The use is recommended after 60 days of storage.

Keywords: Aerobic stability. Chemical composition. Gases. Organic acids. *Panicum maximum*

INTRODUÇÃO

A instabilidade de oferta de alimento aos animais torna a conservação de forragens indispensável nos sistemas de produção (Neumann et al., 2010). Neste segmento, o pré-secado vem sendo cada vez mais utilizado como importante fonte de forragem (Ragnarsson; Lindberg, 2010), pois as gramíneas após o corte são emurchecidas e enfardadas com auto teor de umidade reduzindo riscos de exposição a chuvas (Savoie; Jofriet, 2003). Geralmente atinge 400 a 600 g kg^{-1} de matéria seca (MS) enfardadas e revestidas por filmes plásticos de polietileno (Bisaglia et al., 2011; Forristal; O'Kiely 2005), selados rapidamente para esgotar o O_2 restante e iniciar a fermentação (Borreani et al., 2007; Borreani; Tabacco 2018). Porém, esses filmes são permeáveis ao oxigênio (Borreani; Tabacco 2010), que podem estimular o crescimento de microrganismos aeróbios (Coblentz et al., 2016).

Os fardos produzidos são revestidos individualmente e facilmente transportados, no entanto, ocasionalmente é vulnerável a deterioração devido a fermentação restrita, sendo a vedação o essencial na prevenção de fungos e outros microrganismos aeróbios (Han et al., 2014). Assim, são necessários estudos com diferentes filmes que protejam e mantenham ambiente favorável a conservação de pré-secados com ênfase no perfil fermentativo, tanto durante o armazenamento como na estabilidade aeróbia, pois podem ocorrer mudanças na manutenção da qualidade higiênica neste período, levando a deterioração aeróbia da forragem (Wilkinson; Davies, 2012; Schenck; Müller, 2014).

O uso de filmes plásticos para modificar a atmosfera tem o objetivo de prolongar a vida útil de vegetais (Brown et al., 2018), eles auxiliam na permeabilidade de gases e, possibilita modificar a composição desses gases presentes no seu interior. O ideal é que reduza a

concentração de O₂ a níveis suficientes baixos a ponto de diminuir a taxa de respiração, evitando ao mesmo tempo a respiração anaeróbia e permitir concentrações de CO₂ em níveis que não promovam distúrbios fisiológicos (Souto et al., 2004; Gorris; Peppelenbos, 2007), mantendo um equilíbrio com a concentração de CO₂ produzida pela respiração (Palharini, 2017). E esse equilíbrio entre os gases no interior da atmosfera modificada, depende da espessura do filme utilizado (Opara et al., 2016; Mantilla et al., 2010).

Na conservação de forragem, é importante a utilização de espécies produtivas. Como o capim-tanzânia, está é uma das gramíneas mais utilizadas em sistema pastoris do Brasil (Araújo Jr. et al., 2020), também se destaca na forragem conservada como silagem (Melo et al., 2016). Isso é devido sua elevada produção de MS total de até 33 t ha⁻¹.ano e 26 t ha⁻¹.ano de MS de folhas, contendo proteína bruta de 127 g kg⁻¹ de MS nas folhas e 90 g kg⁻¹ nos colmos (Savidan et al., 1990). À vista disso, é importante avaliar essa gramínea pelo método de conservação de pré-secado.

Dessa forma, hipotetizamos que filmes plásticos de diferentes espessuras utilizados em atmosfera modificada podem proporcionar ao pré-secado de capim-tanzânia características semelhantes ao filme convencional. Assim, objetivou-se com esta pesquisa avaliar a quantificação gasosa, temperatura, características de fermentação, composição química e estabilidade aeróbia em pré-secado de capim-tanzânia revestido com filmes de diferentes espessuras.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Alvorada do Gurgueia, pertencente ao *Campus* Professora Cinobelina Elvas (CPCE) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), localizada no município Alvorada do Gurgueia – PI, situada a 08°25'28" latitude sul e 43°46'38" longitude oeste e 281 m de altitude. A região tem o clima classificado como Aw, com chuvas de verão e inverno seco de acordo com classificação Köppen (1936).

Tratamentos e delineamento experimental

Foram testados filmes plásticos com diferentes espessuras no revestimento de pré-secado de capim-marandu, sendo um filme plástico de polietileno com 27µm (FC = filme convencional) e três filmes de atmosfera modificada de policloreto de vinila (PVC) com 10µm

(F10 = filme com espessura de 10 micras), 11 μ m (F11 = filme com espessura de 11 micras) e 13 μ m (F13 = filme com espessura de 13 micras).

Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com três repetições, organizado em esquemas fatoriais. A quantificação gasosa e a temperatura foram avaliadas nas primeiras 48 h (4 \times 4), quatro filmes e quatro tempos de armazenamento (0, 12, 24 e 48 h) e nos dias de armazenamento (4 \times 5), quatro filmes e cinco tempos de armazenamento (0, 7, 15, 30 e 60 d). As características fermentativas foram avaliadas em esquema fatorial (4 \times 4), quatro filmes e quatro tempos de armazenamento (7, 15, 30 e 60 d). Nas avaliações durante a estabilidade aeróbia (4 \times 3), quatro filmes e três tempos de armazenamento (0, 48 e 96 h).

Área utilizada, adubação e dados meteorológicos

Foi utilizada uma área de pastagem de 0,5 hectare estabelecida em 2013, na qual foram colhidas amostras aleatórias representativas do solo na profundidade 0-20 cm, para análise química (Tabela 1).

Tabela 1 - Atributos químicos do solo pertencente a área experimental

pH	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H ⁺ + Al ⁺³	SB	CTC	V	M.O
H ₂ O	-----mg dm ⁻³ -----			-----cmol _c dm ⁻³ -----						%	g kg ⁻¹
4,4	11,15	24,70	-	0,73	0,05	0,0	0,99	0,85	1,84	46,1	3,8

P, K, Na: Extrator Mehlich 1; Ca, Mg e Al: Extrator KCl - 1 mol/L; H + Al: Extrator Acetato de Cálcio a pH 7,0; SB: Soma de Bases Trocáveis; CTC: Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V: Índice de Saturação de Bases; M.O.: Matéria Orgânica: método Walkley-Black.

Aplicou-se 320 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico 80% de PRNT (Poder Relativo de Neutralização Total) para elevar a saturação de base do solo para 60%, distribuição foi realizada a lanço atingindo a superfície do solo de forma homogeneia sem incorporação no solo. Decorridos 60 dias após a calagem foi feito o corte de uniformização na altura de 25 cm do solo e em seguida feita a fertilização de manutenção com 150 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ por meio de ureia, 45 kg P₂O₅ ha⁻¹ ano⁻¹ com superfosfato simples e 30 kg K₂O ha⁻¹ ano⁻¹ na forma de cloreto de potássio conforme recomendação proposta por (Martha Jr. et al., 2007).

Durante o período de descanso do pasto (13 de janeiro a 02 de fevereiro de 2018) foram coletados os dados meteorológicos (Figura 1).

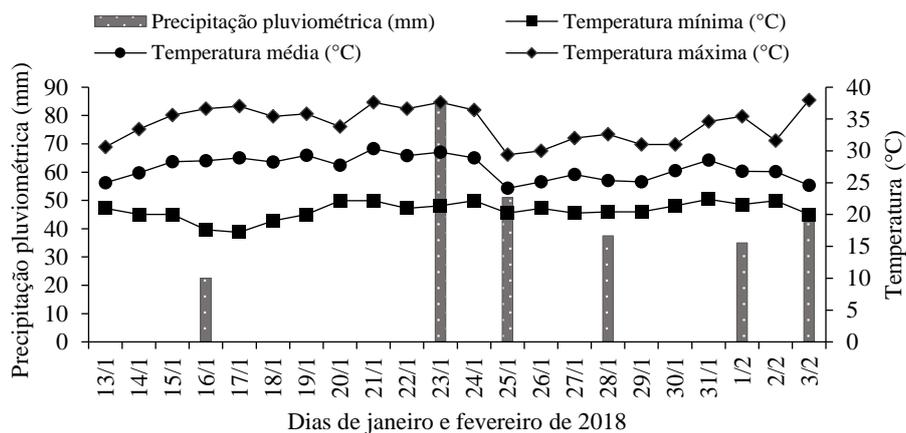


Figura 1 - Dados meteorológicos durante o período de descanso.

Produção do pré-secado

Após o capim atingir altura de 70 cm (22 dias após corte de uniformização) foi realizado o corte mantendo altura residual de 25 cm, conforme as recomendações de pastejo rotativo (Barbosa et al., 2007), utilizando uma roçadeira lateral a gasolina. Após o término do roço, o material foi colhido manualmente e espalhado em uma lona plástica para pré-secagem. Foram coletadas cinco amostras representativas do capim-tanzânia antes e após a pré-secagem para as determinações de composição química, pH e quantificação dos grupos microbiológicos antes do enfardamento e revestimento (Tabela 2).

Tabela 2 - Composição química, pH e quantificação microbiológica antes do revestimento do pré-secado

Item	MS g kg ⁻¹ MN	MM	MO	PB	FDN	FDA	CS	pH	Microbiologia		
									ENT	BAL	ML
									--log ₁₀ ufc g ⁻¹ --		
No corte	216,9	54,2	945,8	90,6	873,6	484,9	32,3	5,9	4,94	3,2	3,57
Pré-secado	450,6	70,9	929,1	91,9	887,1	535,5	31,9	6,24	6,49	3,25	3,69

MS: matéria seca; MM: matéria mineral; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; CS: carboidratos solúveis; ENT: enterobactérias; BAL: bactérias lácticas; ML: mofos e leveduras; MN: matéria natural; ufc: unidades formadoras de colônias.

Após a pré-secagem (450,6 g kg⁻¹ de MS) acompanhada pelo método de forno micro-ondas (Souza et al., 2002) a forragem foi enfardada em enfardadeiras retangulares artesanais, atingindo uma compactação aproximada de 148 kg de MS m⁻³ conforme (Ince et al., 2016). Foram produzidos um total de 60 fardos com dimensões aproximadas de 20 cm × 25 cm × 16 cm (largura, comprimento e altura). Foram inseridos dois canos de PVC em lados diferentes de cada fardo, um com 32 mm de diâmetro (mensurações de O₂ e temperatura) e outro de 20 mm de diâmetro (mensurações de CO₂), em seguida todos os fardos foram revestidos com os filmes plásticos (FC, F10, F11 e F13) mantendo oito camadas sobrepostas, conforme a recomendação

do vendedor do FC, então aplicou-se em todos os revestimentos para padronizar, logo após esta etapa, foram transportados para um galpão na Universidade Federal do Piauí na cidade de Bom Jesus – PI.

Quantificação gasosa e temperatura

As mensurações de O₂, temperatura e CO₂ foram realizadas nos períodos de 0 (imediatamente após o revestimento), 12, 24 e 48 horas após o fechamento e aos 0, 7, 15, 30 e 60 dias de armazenamento, realizadas diretamente no interior do pré-secado (acesso permitido pelos canos PVC) usando medidor digital portátil de O₂ e temperatura e CO₂ com auxílio de um analisador de gás (Testoryt) na faixa de 0-60% de CO₂ obtido pela absorção do gás em reagente químico.

A adaptação dos canos com diferentes diâmetros nos fardos foi com intuito de adequar o sensor do medidor de O₂ e a sonda do analisador de CO₂. Após obtenção dos gases em cada avaliação, os canos eram vedados imediatamente pelos filmes plásticos correspondentes (FC, F10, F11 e F13).

Determinação de pH, nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e microbiologia

O pH foi realizado em duplicata, coletando-se 25 g de amostra de cada tratamento e adicionado 100 mL de água. Após uma hora foi realizado a leitura de acordo com a metodologia descrita por Bolsen et al., (1992). A determinação de N-NH₃ total, seguiu a proposta por Bolsen et al., (1992).

A avaliação microbiológica foi realizada de acordo com as recomendações de González & Rodrigues (2003), coletando-se 25 g de amostra fresca e adicionadas em 225 mL de água destilada e processadas em liquidificador por aproximadamente 1 minuto. Desta amostra, retirou-se 1 mL da mistura e pipetado com a devida diluição (10⁻¹ a 10⁻⁹). O plaqueamento foi realizado em duplicata para cada meio de cultura. As populações foram determinadas pela técnica seletiva de culturas em meio anaeróbio, onde se utilizaram: meio Ágar Rogosa para contagem de lactobacilos (após incubação de 48 horas em estufa à temperatura de 37°C); meio Ágar BDA (Batata Dextrose Ágar) acidificado com ácido tartárico a 1%, para contagem de leveduras e mofos (após 3-7 dias de incubação à temperatura ambiente) e meio Ágar Brilliant Green Bile para contagem de enterobactérias (depois de incubação de 24 horas à temperatura de 35°C). As placas consideradas susceptíveis à contagem foram aquelas que apresentaram valores entre 30 e 300 unidades formadora de colônia (ufc) em uma placa de petri.

Determinação de ácidos orgânicos

A análise de ácidos orgânicos foi obtida através do método citados por Siegfried et al. (1984): 10 mL de amostra diluídas a 10% em água destilada, acidificada com H₂SO₄ a 50% e filtradas em papel de filtro tipo Whatman. Em 2 mL do filtrado, adicionou-se 1 mL de ácido metafosfórico a 20% e 0,2 mL de ácido fênico a 0,1%. As amostras foram centrifugadas e, posteriormente, procedidas às análises dos ácidos orgânicos (lático, acético, propiônico e butírico) por cromatografia líquida de alta resolução em cromatógrafo líquido de alto desempenho (HPLC), detector modelo SPD-10^a VP acoplado ao detector ultravioleta (UV), utilizando-se um comprimento de ondas de 210 nm.

Composição química

As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, moídas em um moinho de facas com tela de 1 mm e armazenados em recipientes de plástico até a determinação química. Foram empregados métodos descritos por AOAC (1990), para matéria seca (MS) em estufa sem circulação forçada de ar a 105 °C (método 934.01), matéria mineral (MM) obtido pela queima da amostra no forno mufla a 600 °C (método 942.05), na proteína bruta (PB) foi usado a técnica Kjeldhal (método 920.87). As metodologias de Van Soest et al. (1991) foram utilizadas para fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA). A determinação de carboidratos solúveis (CS), utilizou-se método do ácido sulfúrico concentrado descrito por Dubois et al. (1956) com adaptações de Corsato et al. (2008).

Estabilidade aeróbia

Os pré-secados foram levados para uma sala fechada com controle de temperatura (25°C). A temperatura ambiente da sala foi mensurada com termômetro localizados próximos aos pré-secados. O material permaneceu exposto ao ar por um período de 96 horas e, em seguida foi conferida a temperatura superficial e de massa dos pré-secados, em intervalos de 1 hora. A temperatura superficial foi aferida com auxílio de termômetro digital sem toque, enquanto, a temperatura da massa de forragem, com um termômetro digital de imersão, inserido a 10 cm no centro do pré-secado. A temperatura ambiente foi controlada através de termômetro suspenso ao ar. A estabilidade aeróbia foi calculada como o tempo observado para que o pré-secado, após exposição ao ar, apresentasse um aumento de 2°C em relação à temperatura ambiente (Taylor; Kung Jr., 2002).

Análise estatística

Os dados foram analisados usando o procedimento Fit Model do JMP versão 8.02 (SAS Institute Inc., Cary, NC), e as diferenças significativas quando $P \leq 0,05$. Os principais efeitos foram os filmes plásticos (FC, F10, F11 e F13), e tempos nas primeiras 48 horas (0, 12, 24 e 48 horas), e sua interação ($F \times T$), e efeito dos dias de armazenamento (0, 7, 15, 30 e 60 dias) e sua interação ($F \times T$), para O_2 , CO_2 e temperatura. Já pH, contagem microbiológicas, ácidos orgânicos e nitrogênio amoniacal, considerou efeito de 4 tempos de armazenamento (7, 15, 30 e 60 dias) e sua interação ($F \times T$). Na estabilidade aeróbia (pH, ácidos orgânicos e $N-NH_3$) teve como efeito principal os filmes e horas após abertura (0, 48, 96 horas) e a interação ($F \times T$), em todos foi considerado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + T_j + (FT)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Onde Y_{ijk} é a variável dependente; μ é a média geral associada a todas as observações; F_i é o efeito fixo dos filmes plásticos i ; T_j é efeito fixo do tempo j ; FT é o efeito da interação entre os filmes plásticos e tempo e ε_{ijk} é erro aleatório associado a cada observação.

A composição química foi avaliada apenas aos 60 dias de armazenamento, submetida a análise de variância e, quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a um nível de significância de 5%. Utilizou-se o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + F_i + \varepsilon_{ij}$$

Onde Y_{ij} é valor observado referente à variável Y na unidade experimental que recebeu o tratamento i na repetição j ; μ é constante; F_i é o efeito fixo dos filmes plásticos i e ε_{ij} é erro aleatório associado a cada observação.

Para os grupos microbianos bactérias lácticas, mofos e leveduras e enterobactérias, da estabilidade aeróbia, os dados foram analisados de forma descritiva, em unidades logarítmicas e apresentados em uma tabela.

Os dados referentes as temperaturas na estabilidade aeróbia, foram analisadas de forma descritiva e expostos em gráficos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação entre os filmes plásticos e hora ($P = 0,15$) na porcentagem de O_2 (Figura 2). A concentração teve efeito isolado ($P < 0,01$), maiores na hora 0 em F13 (16,03%)

comparado com o F10 (13,53%) e semelhantes em 12, 24 e 48 horas (1,23 a 2,50%). Normalmente O_2 não é excluído totalmente durante a compactação e revestimento possibilitando maior teor nas primeiras horas. A redução a partir de 12 horas esta atribuída a respiração da planta e microrganismos aeróbios além da reduzida permeabilidade dos filmes plásticos, resultando na estabilização com concentrações abaixo de 3%. Corroborando com McEniry et al. (2011) que verificaram concentrações de O_2 entre 1 e 2,2 mL por 100 mL de gás, durante 275 dias de armazenamento em fardos de silagens de Azevém com 2, 4 e 6 camadas de filmes plásticos de polietileno de 25 μ m.

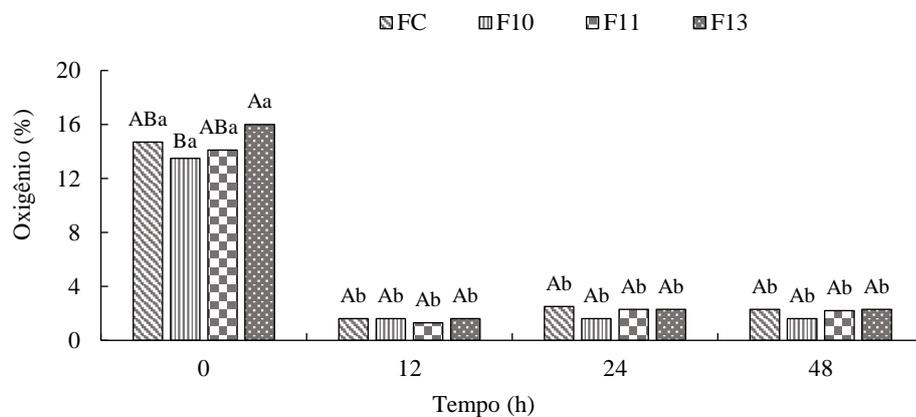


Figura 2 - Concentração de oxigênio no interior de pré-secado de capim-tanzânia revestidos com filmes plásticos de diferentes espessuras. FC: filme convencional 27 μ m, F10: filme 10 μ m, F11: filme 11 μ m e F13: filme 13 μ m, nos tempos 0, 12, 24 e 48 horas após fechamento. Letras maiúscula iguais na mesma hora e minúsculas iguais nas diferentes horas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve interação entre filmes plásticos e hora ($P = 0,20$) na concentração de CO_2 (Figura 3). Observa-se efeito isolado ($P < 0,01$), com maiores médias em pré-secado revestidos com FC e F11 as 12, 24 e 48 horas. Foi observado efeito no tempo ($P < 0,01$) com maiores médias às 48 horas após o revestimento variando de 19,33 a 46,67%. O FC por possuir maior espessura, isso promoveu uma barreira que conteve o CO_2 no interior do pré-secado nas primeiras 48 horas. Além disso, os estágios iniciais após o revestimento são caracterizados pela rápida redução na concentração de O_2 no fardo e pela criação de um ambiente rico em CO_2 (McEniry et al., 2011). Os filmes F10 e F13 tiveram baixas concentrações, é provável que esses filmes tenham diferença na permeabilidade ao CO_2 comparado ao F11, pois filmes plásticos em atmosfera modificada consistem em uma película delgada e microporosa (Souto et al., 2004).

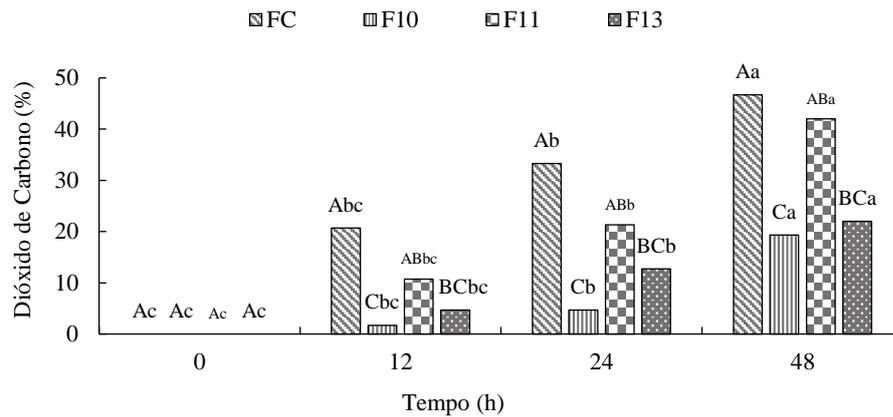


Figura 3 - Concentração de dióxido de carbono no interior de pré-secado de capim-tanzânia revestidos com filmes plásticos de diferentes espessuras. FC: filme convencional 27 μ m, F10: filme 10 μ m, F11: filme 11 μ m e F13: filme 13 μ m, nos tempos 0, 12, 24 e 48 horas após fechamento. Letras maiúscula iguais na mesma hora e minúsculas iguais nas diferentes horas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve interação entre filmes plásticos e hora ($P < 0,01$) na temperatura (Figura 4). Em 0 hora o F10 (28,60 °C) e F11 (28,03°C) apresentaram maiores médias, dentro dos demais tempos (12, 24 e 48 horas) os valores foram semelhantes. Houve decréscimo consecutivamente com o tempo, mais alta em 0 hora (26,33 a 28,60°C) e mais baixa as 48 horas (25,07 a 25,10°C).

A atividade microbiana promovida especialmente por mofos e leveduras e bactérias aeróbias podem promover o aumento da temperatura (Amaral et al., 2007). Entretanto, a diminuição rapidamente da concentração de O₂ (Figura 2) pode permitir diminuição na atividade de mofos e leveduras caracterizando uma queda no aquecimento logo nas primeiras 24 horas. A baixa atividade respiratória promovida pela redução dos carboidratos solúveis (CS) e aumento da MS na pré-secagem e no armazenamento pelos microrganismos supracitados, justifica o baixo aquecimento (Rotz, 2004).

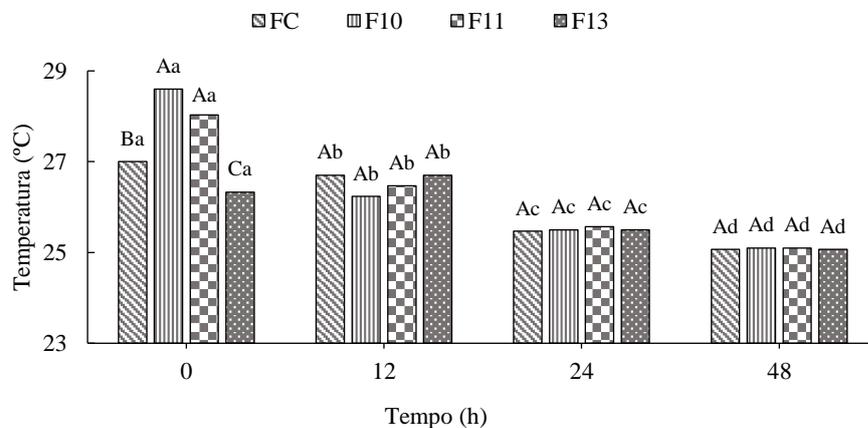


Figura 4 - Temperatura no interior dos pré-secados de capim-tanzânia revestidos com filmes plásticos de diferentes espessuras. FC: filme convencional 27 μ m, F10: filme 10 μ m, F11: filme 11 μ m e F13: filme 13 μ m, nos

tempos 0, 12, 24 e 48 horas após fechamento. Letras maiúscula iguais na mesma hora e minúsculas iguais nas diferentes horas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A quantificação gasosa e temperatura durante os dias de armazenamento estão apresentadas na Tabela 2. Houve interação entre os filmes plásticos e dias de armazenamento para O₂ e CO₂ ($P = 0,02$) e temperatura ($P < 0,01$). As maiores concentrações de O₂ foram observadas no fechamento, o F13 (16,03%) diferiu do F10 (13,53%) e F11 (14,07%). Todos os filmes plásticos proporcionaram baixo teor de O₂ a partir dos 7 dias, valores próximos aos observados logo após as 12 horas de revestimento (Figura 2). Os filmes plásticos não interferiram no O₂ no interior do pré-secado ($P = 0,23$). Por se tratar de conservação de forragem sob fermentação anaeróbica, é imprescindível selecionar filmes plásticos que proporcionam baixa concentração de O₂ (Snell et al., 2001). Contudo, para o tempo foi observada maior influência ($P < 0,01$) no dia 0 (14,58%), explicado anteriormente na Figura 2.

O menor teor de CO₂ foi observado em pré-secado revestido com F13 com 2% no fechamento (dia 0). No efeito do filme ($P < 0,01$) o FC (33,63%) diferiu apenas do F10 (26,42%). Esse aumento e estabilização de CO₂ a partir de 7 dias no efeito do dia ($P < 0,01$) podem ser provenientes das atividades de bactérias lácticas heterofermentativas ou de leveduras e enterobactérias. Pois, os carboidratos solúveis são convertidos em ácidos orgânicos e CO₂ nas vias heterofermentativas (Silva et al., 2017). Essa maior concentração pode ter sido contida pelo filme plástico, considerando as 8 camadas sobrepostas, pré-secados revestidos por FC apresentam uma barreira mais espessa 216µm, contra 80µm em F10, 88µm para F11 e 104µm no F13.

A temperatura oscilou de 26,33 a 28,60°C no dia 0, no efeito do filme ($P < 0,01$) o F10 atingiu 28,15°C diferendo do FC (27,62°C) e F13 (27,54°C). Já para o efeito do dia ($P < 0,01$) maiores aquecimentos foram observados aos 15 e 30 dias com temperaturas próximo de 29°C, a menor temperatura foi registrada aos 60 dias (25,78°C). Temperaturas normais em pré-secado, próximas a observada por Kent et al. (1988) em pré-secado de Alfafa que observou temperatura de 28°C. Todos os pré-secados, independente do revestimento permaneceram com temperaturas dentro da normalidade. Até mesmo comparado com silagem que é adequado quando diminuem para 25 a 30°C (Kung Jr. et al., 2018).

Tabela 3 - Teores de oxigênio (O₂), dióxido de carbono (CO₂) e temperatura em pré-secado de capim-tanzânia revestido com diferentes filmes plásticos

Item	Oxigênio	Dióxido de Carbono	Temperatura
Dia 0			
FC	14,70 ^{ab}	20,17 ^a	27,00 ^{bc}
F10	13,53 ^b	4,77 ^{ab}	28,60 ^a
F11	14,07 ^b	6,83 ^{ab}	28,03 ^{ab}
F13	16,03 ^a	2,00 ^b	26,33 ^c
Dia 07			
FC	1,70	28,00	27,70
F10	1,47	30,00	28,27
F11	1,43	34,67	27,93
F13	1,57	38,00	27,67
Dia 15			
FC	1,70	41,33	28,53
F10	1,47	29,33	29,00
F11	1,43	34,00	28,80
F13	1,57	37,33	28,63
Dia 30			
FC	1,60	39,33	29,23
F10	2,30	34,00	28,27
F11	1,93	36,67	28,60
F13	1,57	33,00	29,67
Dia 60			
FC	2,07	39,33	25,63
F10	2,37	34,00	26,60
F11	2,17	38,67	25,50
F13	2,33	34,00	25,40
Efeito do filme plástico			
FC	4,35	33,63 ^a	27,62 ^b
F10	4,27	26,42 ^b	28,15 ^a
F11	4,21	30,17 ^{ab}	27,77 ^{ab}
F13	4,61	28,87 ^{ab}	27,54 ^b
Efeito do dia			
0	14,58 ^a	8,44 ^b	27,49 ^b
07	1,54 ^c	32,67 ^a	27,89 ^b
15	1,54 ^c	35,50 ^a	28,74 ^a
30	1,85 ^{bc}	35,75 ^a	28,94 ^a
60	2,23 ^b	36,50 ^a	25,78 ^c
EPM	0,15	1,33	0,12
Efeitos			
Filme plástico	0,23	<0,01	<0,01
Dia	<0,01	<0,01	<0,01
Filme plástico × Dia	0,02	0,02	<0,01

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. FC: filme convencional; F10: filme 10µm; F11: filme 11µm; F13: filme 13µm; EPM: erro padrão da média.

Houve interação entre filmes plásticos e dias de fermentação ($P < 0,01$) para pH, mofos e leveduras, bactérias lácticas e enterobactérias (Tabela 4). O pré-secado teve uma lenta acidificação, com pH mais elevado nos fardos revestidos com FC nos dias 7 e 15 (pH 7,15 e 6,54, respectivamente), já aos 60 dias, todos os filmes tiveram pH semelhante. Para efeito do filme ($P < 0,01$) o FC resultou em maior pH (6,48) e F10, F11 e F13 foram semelhantes (6,15 a 6,18). No efeito do dia, o pH foi mais baixo em 60 dias (5,78).

Tabela 4 - Médias de pH e quantificações microbiológicas (\log_{10} ufc g^{-1}) em pré-secado de capim-tanzânia revestido com diferentes filmes plásticos aos 7, 15, 30 e 60 dias de armazenamento

Item	pH	ML	BAL	ENT
			----- \log_{10} ufc g^{-1} peso fresco-----	
Dia 07				
FC	7,15 ^a	5,22 ^a	5,40 ^b	7,47 ^a
F10	6,51 ^b	3,78 ^b	5,08 ^b	6,25 ^{ab}
F11	6,40 ^b	3,55 ^b	4,34 ^c	6,21 ^b
F13	6,41 ^b	5,07 ^a	5,86 ^a	6,88 ^b
Dia 15				
FC	6,54 ^a	7,44 ^{bc}	5,40 ^b	7,47
F10	6,20 ^b	8,48 ^{ab}	6,30 ^a	7,48
F11	6,26 ^b	8,92 ^a	6,28 ^a	7,00
F13	6,15 ^b	6,56 ^c	6,46 ^a	7,12
Dia 30				
FC	6,49 ^a	9,23 ^b	6,12 ^b	6,34 ^a
F10	6,17 ^b	7,50 ^c	6,26 ^b	6,26 ^a
F11	6,36 ^{ab}	7,30 ^c	6,17 ^b	6,00 ^{ab}
F13	6,34 ^{ab}	10,46 ^a	7,19 ^a	5,58 ^b
Dia 60				
FC	5,73	6,64	6,28 ^b	5,08 ^a
F10	5,70	6,80	5,80 ^c	4,97 ^a
F11	5,87	6,60	6,29 ^b	5,28 ^a
F13	5,83	7,20	6,67 ^a	4,23 ^b
Efeito do filme plástico				
FC	6,48 ^a	7,13 ^a	5,80 ^b	6,59 ^a
F10	6,15 ^b	6,59 ^b	5,88 ^b	6,24 ^b
F11	6,22 ^b	6,64 ^b	5,77 ^b	6,12 ^{bc}
F13	6,18 ^b	7,32 ^a	6,55 ^a	5,93 ^c
Efeito do dia				
07	6,62 ^a	4,40 ^d	5,17 ^c	6,70 ^b
15	6,28 ^b	7,85 ^b	6,12 ^b	7,27 ^a
30	6,34 ^b	8,62 ^a	6,43 ^a	6,02 ^c
60	5,78 ^c	6,81 ^c	6,23 ^b	4,89 ^d
EPM	0,02	0,09	0,03	0,06
Efeitos				
Filme plástico	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dia	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Filme plástico \times Dia	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. FC: filme convencional; F10: filme 10 μ m; F11: filme 11 μ m; F13: filme 13 μ m; EPM: erro padrão da média. ML: mofo e leveduras; ENT: enterobactérias; BAL: bactérias lácticas.

Características que determinam a queda do pH são, números de bactérias lácticas autóctone e disponibilidade de nutrientes presentes na planta por meio do corte, como carboidratos solúveis, porém no caso de pré-secados, esta liberação é mínima, pois são compactadas plantas inteiras com teor de MS elevado, resultando em menor taxa de fermentação e pH mais elevados (Nicholson et al. 1991). Os valores médios desse estudo, teve poucas variações entre os filmes a partir dos 15 dias, assim como nos efeitos do filme e do dia, pH próximos aos encontrados por Nath et al. (2018) em pré-secado de capim-tifton 85 revestido com 6 camadas sobrepostas com filme de polietileno (25 μ m), com pH 5,69 e 5,58 aos 30 e 60 dias de armazenamento, conforme Müller (2009) valores normais em pré-secado.

Maiores médias de mofos e leveduras foram observadas em FC com $7,13 \log_{10} \text{ ufc g}^{-1}$ e F13 com $7,32 \log_{10} \text{ ufc g}^{-1}$ no efeito do filme ($P < 0,01$). O pico de crescimento foi aos 30 dias de armazenamento com $8,32 \log_{10} \text{ ufc g}^{-1}$ no efeito do dia ($P < 0,01$). Normalmente fungos são inibidos em ambiente anaeróbico sob acidez promovida por bactérias lácticas, no entanto, o pH elevado e presença do O_2 proporcionou o crescimento de mofos e leveduras durante o armazenamento em todos os revestimentos.

Houve pequena variação nas bactérias lácticas de 7 aos 60 dias. A microbiota epifítica e a concentração de carboidratos solúveis são características que favorecem as fermentações desejáveis (Oliveira et al., 2014; Vasconcelos et al., 2009). A população de bactérias lácticas geralmente é de baixo números antes da ensilagem (Sá et al., 2019). Fato observado no pré-secado antes do revestimento, com reduzida população de bactérias lácticas e concentração de carboidratos solúveis de $31,90 \text{ g kg}^{-1}$ de MS (Tabela 2). E mesmo F13 com maiores médias, todos apresentaram números aceitáveis para pré-secado. Conforme observado por Nath et al. (2018) em pré-secado de capim-tifton 85 verificaram $6,43$ e $5,98 \log_{10} \text{ ufc g}^{-1}$ aos 30 dias e $5,67$ e $6,10 \log_{10} \text{ ufc g}^{-1}$ aos 60 dias para 4 e 6 camadas respectivamente.

As enterobactérias não foram inibidas durante o armazenamento, entretanto o F13 mostrou melhor potencial com menor média aos 60 dias, o mesmo obteve menor crescimento $5,93 \log_{10} \text{ ufc g}^{-1}$ no efeito do filme plástico ($P < 0,01$). Os dias de armazenamento também influenciou ($P < 0,01$), sendo com 60 dias o valor menos expressivo $4,89 \log_{10} \text{ ufc g}^{-1}$, sugerindo mais tempo de conservação para diminuir o crescimento (Borreani; Tabacco 2018), estas degradam a proteína afetando a qualidade da forragem conservada (Ridwan et al., 2015).

Não foi observado interação entre filmes plásticos e dias de fermentação ($P > 0,05$) nos ácidos orgânicos (Tabela 5). Houve efeito do filme ($P < 0,01$) para ácido láctico com maiores concentrações em pré-secados revestidos com F11, F13 e F10 com $45,8$, 44 e 36 g kg^{-1} MS, respectivamente. Para efeito do dia ($P < 0,01$) a maior fermentação láctica foi aos 15 e 30 dias com $52,40$ e $38,3 \text{ g kg}^{-1}$ MS, já no ácido propiônico ($P = 0,03$) maiores médias foram nos dias 7, 30 e 60, com $0,5$, $0,7$ e $1,20 \text{ g kg}^{-1}$ MS, respectivamente.

A prevalência da fermentação láctica é comumente observada em pré-secado, pois os filmes evitam altas concentrações de ar, permitindo que os microrganismos anaeróbios fermentam os carboidratos em ácido láctico (Henning; Lawrence, 2019). Contudo, o elevado teor de MS limita a fermentação resultando em baixas concentrações de ácidos orgânicos totais (Jimenez Filho, 2013; Bernard et al., 2010). Em pré-secados com MS superior a 500 g kg^{-1} , essa concentração de ácido láctico normalmente não ultrapassa 20 g kg^{-1} de MS (Borreani; Tabacco 2008). Valor pouco inferior aos encontrados neste estudo com teor de MS de $450,6 \text{ g}$

kg⁻¹. Contudo, todos os filmes permitiram fermentações normais para pré-secado. Bergero & Peiretti (2011) observaram em pré-secado com 580 g kg⁻¹ de MS, não detectada fermentação láctica, ácidos butírico 0,10 g kg⁻¹ de MS, acético 0,20 g kg⁻¹ de MS e propiônica 0,10 g kg⁻¹ de MS compreendem de pré-secados de boa qualidade. Portanto, apesar das limitações dos pré-secados com relação a fermentação láctica, no caso do capim-tanzânia, pode se considerar que houve razoável fermentação, quando comparado a outros pré-secados, o que pode estar associado a um maior conteúdo de carboidratos solúveis.

Tabela 5 - Médias de ácidos orgânicos e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) em pré-secado de capim-tanzânia revestido com diferentes filmes plásticos aos 7, 15, 30 e 60 dias de armazenamento

Item	Láctico	Acético	Butírico	Propiônico	N-NH ₃
	-----g kg ⁻¹ MS-----				--% NT--
Dia 07					
FC	33,40	0,80	0,10	0,50	0,78
F10	29,90	0,10	0,10	0,30	0,92
F11	38,70	0,20	0,10	0,40	0,74
F13	47,40	0,30	0,10	0,60	0,93
Dia 15					
FC	41,10	0,80	0,10	0,50	0,82 ^b
F10	44,80	0,70	0,10	0,30	0,87 ^b
F11	60,90	0,30	0,10	0,60	1,92 ^a
F13	62,80	0,30	0,10	0,20	0,56 ^b
Dia 30					
FC	9,40	0,50	0,10	0,50	1,02
F10	41,60	0,50	0,10	0,40	0,82
F11	55,20	0,40	0,10	1,80	1,29
F13	47,20	0,20	0,10	0,30	0,95
Dia 60					
FC	17,30	0,50	0,10	0,80	0,69
F10	27,60	1,10	0,10	1,90	0,79
F11	28,30	0,90	0,10	1,00	1,23
F13	18,80	0,60	0,10	0,90	0,96
Efeito do filme plástico					
FC	25,30 ^b	0,70	0,10	0,60	0,83 ^b
F10	36,00 ^{ab}	0,60	0,10	0,70	0,85 ^b
F11	45,80 ^a	0,50	0,10	0,90	1,29 ^a
F13	44,00 ^a	0,30	0,10	0,50	0,85 ^b
Efeito do dia					
07	37,30 ^{bc}	0,30	0,10	0,50 ^{ab}	0,84
15	52,40 ^a	0,50	0,10	0,40 ^b	1,04
30	38,30 ^{ab}	0,40	0,10	0,70 ^{ab}	1,02
60	23,00 ^c	0,80	0,10	1,20 ^a	0,92
EPM	0,38	0,01	0,001	0,02	0,21
Efeitos					
Filme plástico	<0,01	0,36	0,32	0,32	<0,01
Dia	<0,01	0,10	0,64	0,03	0,52
Filme plástico × Dia	0,18	0,42	0,06	0,21	0,08

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. FC: filme convencional; F10: filme 10µm; F11: filme 11µm; F13: filme 13µm; EPM: erro padrão da média.

Não houve interação entre filmes plásticos e dia de fermentação ($P = 0,08$) para fração amoniacal em relação ao nitrogênio total ($N-NH_3/NT$). Mesmo havendo efeito isolado aos 15 dias com F11 apresentando maior média 1,92% do NT, assim como no efeito do filme plástico ($P < 0,01$), F11 com 1,29% do NT, os valores são considerados baixos. Resultados abaixo de 10% do NT em todos os pré-secados, indicam que o valor nutricional parece ser pouco afetado pela proteólise (McDonald et al., 1991). Em ambientes anaeróbios, normalmente a proteólise é maximizada pela atividade de enterobactérias e clostrídios. No caso dos clostrídios, esses são inibidos pela elevada quantidade de MS (Coan et al., 2007), enquanto que as enterobactérias, apesar de presentes, têm atividade minimizada pela reduzida quantidade de substratos fermentescíveis (Jonsson, 1991).

Com relação a composição química observou-se efeito de filme apenas na MS e PB ($P < 0,01$), onde o F13 apresentou um aumento na MS, enquanto que os demais apresentaram uma menor perda de umidade (Tabela 6). Quando comparado com MS antes do revestimento 450,6 g kg⁻¹ MS (Tabela 2) com 655 g kg⁻¹ MS de pré-secados revestidos com F13, há uma diferença de 204,4 g kg⁻¹ MS, que pode ser decorrente de atividades respiratórias logo após o revestimento, observado na concentração de O₂ de 16,03% (Tabela 3). Além disso a fermentação causa a diminuição de CS que corresponde a maiores alterações na concentração de MS, isso aumenta em termos proporcionais a PB (Reis et al., 2001).

Tabela 6 - Composição química do pré-secado de capim-tanzânia após 60 dias de armazenamento

Tratamento	MS	MM	MO	PB	CS	FDN	FDA
	g kg ⁻¹ MN				g Kg ⁻¹ MS		
FC	543,10 ^c	70,00	930,00	93,30 ^b	28,16	863,50	468,30
F10	544,10 ^c	75,10	924,80	101,60 ^b	20,76	856,10	443,80
F11	603,60 ^b	72,60	927,40	112,50 ^b	23,98	844,80	465,00
F13	655,00 ^a	64,80	935,10	140,90 ^a	23,27	857,40	493,30
P-Valor	<0,01	0,54	0,49	<0,01	0,14	0,98	0,77
EPM	0,24	0,49	0,54	0,53	1,97	3,77	3,33

Letras iguais na mesma coluna não diferem pelo teste Tukey a 5%. MS: matéria seca; MM: matéria mineral; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; CS: carboidrato solúveis; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; MN: matéria natural. FC: filme convencional; F10: filme 10µm; F11: filme 11µm; F13: filme 13µm; EPM: erro padrão da média.

A proteína bruta (PB) foi superior para o pré-secado revestido com o filme plástico de 13µm com 140,9 g kg⁻¹ MS, já para os que estavam revestido pelos FC, F10 e F11 apresentaram 93,30, 101,60 e 112,5 g kg⁻¹ MS, respectivamente. Esse aumento de PB é provavelmente devido ao fato de o menor teor de umidade proporcionar baixa transformação de nitrogênio em amônia, onde ocasionou um aumento de PB, em função da diminuição de outros componentes químicos,

como os carboidratos solúveis, com o aumento do teor de MS, houve diminuição da proteólise (McDonald, 1991).

A atividade microbiana durante a estabilidade aeróbia, observa-se predominância de mofos e leveduras, onde estes cresceram consideravelmente variando de 6,60 a 11,20 \log_{10} ufc g^{-1} após abertura (Tabela 7). Observou-se também aumento da população de enterobactérias, devido alteração da acidez do pH após abertura.

Tabela 7 - Quantificação microbiológica (\log_{10} ufc g^{-1}) de pré-secado de capim-tanzânia durante a estabilidade aeróbia

Item	Mofos e Leveduras	Bactérias Lácticas ----- \log_{10} ufc g^{-1} peso fresco-----	Enterobactérias
Hora 0			
FC	6,64	6,28	5,08
F10	6,80	5,81	4,97
F11	6,60	6,29	5,28
F13	7,20	6,67	4,24
Hora 48			
FC	10,70	<2,0	5,86
F10	10,83	<2,0	6,87
F11	9,47	<2,0	5,85
F13	11,20	<2,0	4,45
Hora 96			
FC	10,42	<2,0	5,99
F10	7,90	<2,0	5,97
F11	11,15	<2,0	7,65
F13	10,98	<2,0	6,93

FC: filme convencional; F10: filme 10 μ m; F11: filme 11 μ m; F13: filme 13 μ m.

As quantificações obtidas de bactérias lácticas após exposição ao ar foram detectadas apenas na abertura (0 hora). As fermentações ocorridas durante os 60 dias pelas bactérias lácticas não foram suficientes para promover a queda do pH a ponto de inibir o crescimento de enterobactérias nos pré-secados, podendo ser observado presença desse grupo microbiano em todos filmes plásticos na abertura (0 hora), onde apresentaram uma variação de 4,24 a 5,28 \log_{10} ufc g^{-1} . A presença de O_2 promovido pelas embalagens e também devido ao elevado teor de matéria seca além do pH, justificam as quantificações de enterobactérias, como os fardos de pré-secados apresentaram baixo consumo de carboidratos solúveis residuais (Tabela 6), as mesmas se mantiveram estáveis. É provável que, apesar da reduzida quantidade de carboidratos solúveis, por conta do elevado pH, as enterobactérias se mantenham presentes nos pré-secados, porém com baixa atividade, o que justifica a reduzida proteólise (Muck, 1996).

Houve interação entre filmes plásticos e hora ($P < 0,01$) apenas na fermentação butírica, mais intensa às 96 horas em pré-secado revestido por F11 e F13 com 0,4 e 1,0 $g\ kg^{-1}$ MS, respectivamente (Tabela 8). Já no efeito do filme também observado no ácido butírico ($P <$

0,01) os mesmos filmes (F11 e F13) atingiram concentração de 0,2 e 0,40 g kg⁻¹ MS. Porém pode se considerar uma baixa fermentação e já esperada em pré-secado, devido seu alto conteúdo de matéria seca (Borreani et al., 2007).

Tabela 8 - Médias de pH, ácidos orgânicos e nitrogênio amoniacal de pré-secado de capim-tanzânia durante a estabilidade aeróbia

Item	pH	Láctico	Acético	Butírico	Propiônico	N-NH ₃
		-----g kg ⁻¹ MS-----				--% NT--
Hora 0						
FC	5,73	17,30	0,50	0,10	0,80	0,69
F10	5,70	27,60	1,10	0,10	1,90	0,79
F11	5,87	28,30	0,90	0,10	1,00	1,23
F13	5,83	18,80	0,60	0,10	0,90	0,96
Hora 48						
FC	6,00	3,60	0,40	0,10	0,90	0,57 ^b
F10	6,13	4,70	0,40	0,10	0,80	0,62 ^b
F11	6,03	4,80	1,40	0,10	1,00	1,21 ^a
F13	5,87	16,10	0,90	0,10	2,20	0,68 ^{ab}
Hora 96						
FC	6,23	1,30	0,10	0,10 ^b	0,60	0,77
F10	6,70	29,40	0,10	0,10 ^b	1,30	0,78
F11	6,83	6,90	0,10	0,40 ^{ab}	1,60	1,12
F13	6,63	26,30	1,40	1,00 ^a	1,50	0,85
Efeito do filme plástico						
FC	5,99	7,40	0,30	0,10 ^b	0,70	0,68 ^b
F10	6,18	20,60	0,50	0,10 ^b	1,40	0,73 ^b
F11	6,24	13,40	0,80	0,20 ^{ab}	1,20	1,19 ^a
F13	6,11	20,40	1,00	0,40 ^a	1,50	0,83 ^b
Efeito da hora						
0	5,78 ^b	23,00 ^a	0,80	0,10 ^b	1,20	0,92
48	6,01 ^b	7,30 ^b	0,80	0,10 ^b	1,20	0,77
96	6,60 ^a	16,00 ^{ab}	0,40	0,40 ^a	1,30	0,88
EPM	0,09	0,45	0,02	0,007	0,03	0,15
Efeitos						
Filme plástico	0,21	0,14	0,14	<0,01	0,26	<0,01
Hora	<0,01	0,03	0,30	<0,01	0,94	0,39
Filme × Hora	0,38	0,35	0,07	<0,01	0,32	0,94

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. FC: filme convencional; F10: filme 10µm; F11: filme 11µm; F13: filme 13µm; EPM: erro padrão da média

Houve efeito da hora ($P < 0,01$) para pH, com aumento às 96 horas de exposição ao ar para um valor de 6,60. O pH na abertura elevado próximo de 6, é consequente do teor de MS de 450,6 g kg⁻¹ MN e da concentração de carboidrato solúveis (Tabela 2) em que o capim foi enfardado, isso interferiu na queda do pH (Costa et al., 2019). O aumento às 96 após abertura dos pré-secados conservados com os diferentes filmes plásticos pode ser explicado pela ação de microrganismos aeróbicos, é que ao utilizarem o ácido láctico resultam em produtos finais menos ácidos conferindo aumento no pH (Wilkinson; Davies, 2012). Conforme observados por Weirich et al. (2018) em capim-tifton 85 pré-secado a 290 g kg⁻¹ de MS, pH de 5,11, 5,80 e 7,38 para 0, 48 e 96 horas de estabilidade aeróbia, respectivamente. As concentrações de ácidos

orgânicos no efeito da hora mantiveram dentro da normalidade, próximos aos encontrados por Ragnarsson & Lindberg (2008), láctico 4,20 a 11,10 g kg⁻¹ de MS, acético 1,30 a 3,60 g kg⁻¹ de MS, butírico 0,10 a 1,2 g kg⁻¹ de MS e propiônico < 0,20 g kg⁻¹ de MS. Assim como a concentração de N-NH₃, restringido pelo auto conteúdo de MS (Bisaglia et al., 2011).

A temperatura superficial dos fardos teve picos logo às 24 horas em todos tratamentos, estas variaram de 20,8 a 24,4°C, representando um aumento de 3,6°C, entretanto não atingiu a média da temperatura ambiente controlada a 25°C. Logo após às 48 horas houve uma estabilização próximo de 23°C em todos os fardos (Figura 5). A temperatura interna do pré-secado não aqueceu 2°C acima da temperatura ambiente em nenhum dos revestimentos durante 96 h de após abertura (Figura 6).

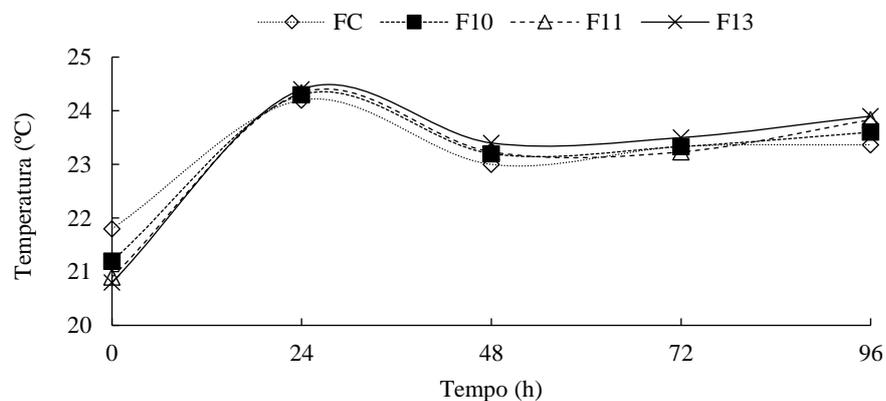


Figura 5 - Temperaturas superficiais em pré-secados de capim-tanzânia revestidos com filmes plásticos de diferentes espessuras: FC: filme convencional 27µm, F10: filme 10µm, F11: filme 11µm e F13: filme 13µm às 0, 24, 48, 72 e 96 horas de exposição ao ar.

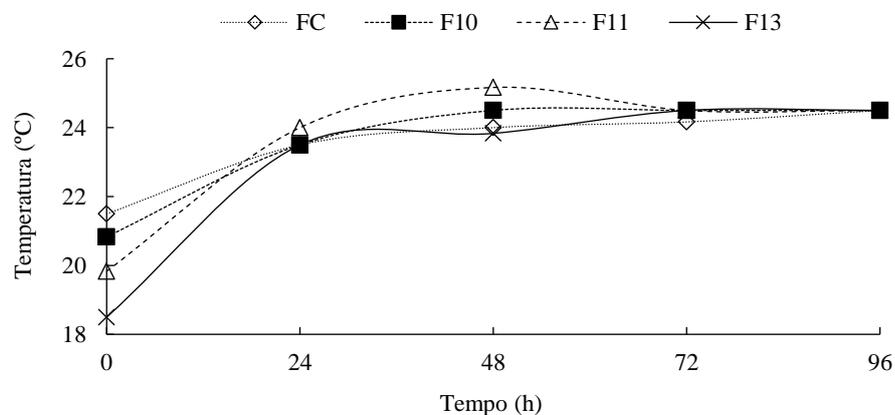


Figura 6 - Temperaturas internas em pré-secados de capim-tanzânia revestidos com filmes plásticos de diferentes espessuras: FC: filme convencional 27µm, F10: filme 10µm, F11: filme 11µm e F13: filme 13µm às 0, 24, 48, 72 e 96 horas de exposição ao ar.

Os CS residuais podem ser problemático para estabilidade aeróbica, pois estes e fortemente associado ao crescimento de leveduras (McDonald et al., 1991), pois, quando a massa de forragem é exposta ao ar, as leveduras assimiladoras de lactato crescem, ácido láctico e oxigênio é criado, produzindo calor da superfície ocorrendo deterioração (Jonsson, 1991). Neste contexto, a baixa concentração de CS residuais presentes neste estudo (20,76 a 28,16 g kg⁻¹ na MS, Tabela 6) associado a baixa fermentação é um ponto positivo na estabilidade aeróbia em pré-secado mantendo a temperatura estável até 96 horas. Diferente do encontrado por Müller (2005) trabalhando com pré-secado de Timótio com CS residual de 71 g kg⁻¹ na MS uma estabilidade de apenas 12,7 horas.

Em uma avaliação geral dos resultados obtidos, os revestimentos de 10, 11 e 13µm aos 60 dias de fermentação, promoveram concentrações de O₂ e CO₂, temperatura, pH, mofos e leveduras igual ao FC. Maior crescimento de bactérias lácticas e menor em enterobactérias em F13. Todos os filmes plásticos permitiram baixa fermentação de ácidos orgânicos e concentração de nitrogênio amoniacal. Alteração na composição química ocorreu apenas na MS e PB, maior em F13 com 655 e 140,9 g kg⁻¹ MS, respectivamente. Na estabilidade aeróbia o F13 teve prevalência de mofos e leveduras de 11,2 log₁₀ ufc g⁻¹ às 48 horas, sendo mais estáveis em FC e F10, que não atingiram 11 log₁₀ ufc g⁻¹ durante às 96 horas. Todos tiveram crescimento estável de bactérias lácticas e enterobactérias até 96 horas.

Pré-secado de capim-tanzânia mostrou características próximas aos pré-secados de forragens convencionalmente usadas, como em capim-tifton 85 com pH de 5,21, ácido láctico 2,39 g kg⁻¹ MS, acético 0,13 g kg⁻¹ MS, butírico 0,02 g kg⁻¹ MS e propiônico <0,01 g kg⁻¹ MS e N-NH₃ 1,25 do NT (Costa et al., 2018), Azevém e Alfafa com valores pH de 4,94 a 5,41, ácido láctico 13 a 13,9 g kg⁻¹ MS, acético 8,5 a 12 g kg⁻¹ MS, butírico 0,6 a 1 g kg⁻¹ MS e propiônico 1 a 1,7 g kg⁻¹ MS e N-NH₃ 6,3 a 9,5 do NT (Nucera et al., 2016; Gordon et al., 1961). Nas contagens de bactérias lácticas 5,59 a 6,9 log ufc g⁻¹, mofos e leveduras 5,3 a 8,0 log ufc g⁻¹ e enterobactérias 1,74 a 3,44 log ufc g⁻¹ em pré-secados de capim-tifton 85, e mistos de Festuca, Timótio e Trevo vermelho (Nath et al., 2018; Müller et al., 2015; Schenck; Müller, 2014; Müller, 2009). Como na MS de 378,4 a 641,3 g kg⁻¹ e PB 73,7 a 243,6 g kg⁻¹ MS encontrado em fardos de pré-secados de 17 fazendas produtoras de leite na Bósnia e Herzegovina (Glavić et al., 2013). Comprovando que o capim-tanzânia tem potencial para ser conservado como pré-secado com diferentes revestimentos.

CONCLUSÕES

Revestimento de filme plástico convencional de polietileno de 27 μ m e filmes em atmosfera modificada de policloreto de vinila de 10, 11 e 13 μ m de espessura, podem ser utilizados no revestimento de pré-secado de capim-tanzânia. Conforme os melhores resultados obtidos, recomenda-se a utilização aos 60 dias de armazenamento. A temperatura manteve-se estável durante a estabilidade aeróbia, entretanto, os grupos microbiológicos de mofos e leveduras, sugerem sua utilização até 48 horas após abertura.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, R.C.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A. Características fermentativas e químicas de silagens de capim-marandu produzidas com quatro pressões de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.3, p.532–539, 2007.
- ARAÚJO JR, G.N.; SIMÕES, V.J.L.P.; SILVA, D.A.O.; JARDIM, A.M.R.F.; SILVA, M.J.; CANGELA, G.L.C.; SILVA, J.R.I.; ALVES, H.K.M.N.; SANTOS, J.E.B.; MOURA, G.B.A. Balanço hídrico e períodos pluviometricamente homogêneos para a produção de capim tanzânia em Petrolina-PE. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.6, p.32997-33010, 2020.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 15th ed. Arlington: AOAC International, 1990. 1117 p.
- BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO JR., D.; EUCLIDES, V.B.P.; SILVA, S.C.; ZIMMER, A.H.; TORRES JR., R.A.A. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.3, p.329-340, 2007.
- BERGERO, D.; PEIRETTI, P.G. Intake and Apparent digestibility of permanent meadow hay and haylage in ponies. **Journal of Equine Veterinary Science**. v.31, p.67-71, 2011.
- BERNARD, J.K.; CASTRO, J.J.; MULLIS, N.A.; A. T. ADESOGAN, A.T.; WEST, J.W.; MORANTES, G. Effect of feeding alfalfa hay or Tifton 85 bermudagrass haylage with or without a cellulase enzyme on performance of Holstein cows. **Journal of Dairy Science**. v.93, n.11, p. 5280–5285, 2010.
- BISAGLIA, C.; TABACCO, E.; BORREANI, G. The use of plastic film instead of netting when tying roundvbales for wrapped baled silage. **Biosystems engineering**, v.108, p.1-8, 2011.
- BOLSEN, K.K.; LIN, C.; BRENT, C.R.; FEYERHERM, A.M.; URBAN, J.E.; AIMUTIS, W.R. Effects of silage additives on the microbial succession and fermentation process of Alfafa and corn silages. **Journal of Dairy Science**. v.75, p.3066–3083, 1992.
- BORREANI, G.; GIACCONE, D.; MIMOSI, A.; TABACCO, E. Comparison of hay and haylage from permanent alpine meadows in winter dairy cow diets. **Journal of Dairy Science**. v.90, n.12, p. 5643–5650, 2007.
- BORREANI, G.; TABACCO, E. **New concepts on baled silage**. In: ÁVILA, C.L.S.; CASAGRANDE, D.R.; LARA, M.A.S.; BERNARDES, T.F (ED), International Conference on Forages Proceedings of 2nd International Conference on Forages. University of Lavras. Lavras, Brazil, p.49-74, 2018.
- BORREANI, G.; TABACCO, E. New oxygen barrier stretch film enhances quality of alfalfa wrapped silage. **Agronomi Journal**, v.100, p.942-948, 2008.
- BORREANI, G.; TABACCO, E. Use of new plastic stretch films with enhanced oxygen impermeability to wrap baled alfalfa silage. **Transactions of the ASABE**, v.53, n.2, p. 635-641, 2010.

BROWN, S.R.B.; FORAUER, E.C.; D'AMICO, D.J. Effect of modified atmosphere packaging on the growth of spoilage microorganisms and *Listeria monocytogenes* on fresh cheese. **Journal of Dairy Science**. v.101, n.9, p.1–12, 2018.

COAN, R.M.; REIS, R.A.; GARCIA, G.R.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; FERREIRA, D.S.; RESENDE, F.D.; GURGEL, F.A. Dinâmica fermentativa e microbiológica de silagens dos capins tanzânia e marandu acrescidas de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1502-1511, 2007, (supl.).

COBLENTZ, W.K.; OGDEN, R.K.; AKINS, M.S.; CHOW, E.A. Storage characteristics, nutritive value, and fermentation characteristics of large, round bales of alfalfa-mixed grass forage wrapped with different layers of stretch film. **The Professional Animal Scientist**, v.32, p.805-815, 2016.

CORSATO, C.E.; SCARPARE FILHO, J.A.; SALES, E.C.J. Teores de carboidratos em órgãos lenhosos do caqui em clima tropical. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n.2, p. 414–418, 2008.

COSTA, M.L.L.; RESENDE, A.S.C.; DUARTE, I.N.H.; LIMA, N.R.; MOREIRA, G.R. Valor nutricional da silagem pré-secada de capim Tifton – 85. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**. v.6, n.1, p.026–033, 2019.

COSTA, M.L.L.; REZENDE, A.S.C.; FONSECA, M.G.; LAGE, J.; PIMENTEL, P.G.; MIZUBUTI, I.Y.; FREITAS, G.P.; MOREIRA, G.R.; LANA, A.M.Q.; SALIBA, E.O.S. Fermentation pattern of tropical grass haylage and digestibility compared to hay in equine diet. **Semina: Ciências Agrárias**. v.39, n.5, p.2125-2132, 2018.

DUBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J.K.; REBERS, P.A.; SMITCHEL, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Biochemistry**, v.28, n.3, p. 350–356, 1956.

FORRISTAL, P.D.; O'KIELLY, P. **Update on technologies for producing and feeding silage**. In: Proc. 14th Int. Silage Conf., Belfast, Northern Ireland, Wageningen Academic Publishers, Wageningen, Netherlands, pp. 83-96. 2005.

GLAVIĆ, M.; TOROMANOVIĆ, S.; ZENUNOVIĆ, A. The quality of grass silage and haylage on farms in Bosnia and Herzegovina. **Agroznanje**, v.14, br.1. p.115-122, 2013.

GONZÁLEZ, G.; RODRÍGUEZ, A.A. Effect of storage method on fermentation characteristics, aerobic stability and forage intake of tropical grasses ensiled in round bales. **Journal of Dairy Science**. v.86, n.3, p.926–933, 2003.

GORDON, C.H.; DERBYSHIRE, J.C.; WISEMAN, H.G.; KANE, E.A.; MELIN, C.G. Preservation and feeding value of alfalfa stored as hay, haylage, and direct-cut silage. **Journal of Dairy Science**, v.44, p.1299-1311, 1961.

GORRIS, L.G.M.; PEPPELENBOS, H.W. **Modified-Atmosphere Packaging of Produce**. In: RAHMAN, M.S. (ED.). Handbook of food preservation, 2ed. Food science and technology; 167. p.315–334, 2007.

HAN, K. J.; MCCORMICK, M.E.; DEROUEN, S.M.; BLOUIN, D.C. Bale location effects on nutritive value and fermentation characteristics of annual ryegrass bale stored in in-line

wrapping silage. **Asian-Australas Journal of Animal Sciences**. v.27, n.9, p.1276–1284, 2014.

HENNING, J.; LAWRENCE, L. **Production and Management of Hay and Haylage**. In: SHARPE, P. (ED.). *Horse Pasture Management*. Academic Press. p.177-208. 2019.

INCE, A.; VURARAK, Y.; SAY, S.M. An approach for determination of quality in hay bale and haylage. **Agronomy Research**, v.14, n.3, p.779-782, 2016.

JIMENEZ FILHO, D.L. Fenos e pré-secados. **PUBVET**. v.7, n.25, Ed. 248, p.1–12, 2013.

JONSSON, A. Growth of *Clostridium tyrobutyricum* during fermentation and aerobic deterioration of grass silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.54, n.4, p.557–568, 1991.

KENT, B.A.; ARAMBEL, M.J.; WALTERS, J.L. Effect of bacterial inoculant on alfalfa haylage: ensiling characteristics and milk production response when fed to dairy cows in early lactation. **Journal of Dairy Science**. v.71, p.2457–2561, 1988.

KÖPPEN, W. **Das geographische System der Klimate**. In: *Handbuch der Klimatologie*, edited by: KÖPPEN, W.; GEIGER, R. Gerbrüder Bornträger, Berlin, v.1, p.1–44, 1936.

KUNG JR., 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, n.5, p. 4020–4033, 2018.

MANTILLA, S.P.S.; MANO, S.B.; VITAL, H.C.; FRANCO, R.M. Atmosfera modificada na conservação de alimentos. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, v.8, n.4, p.437-448, 2010.

MARTHA JR., G.B.; VILELA, D.; SOUSA, D.M.G. Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina, DF: **Embrapa Cerrados**, 2007. 224p.

MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON; S.J.E. **The Biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publication, p.340, 1991.

MCENIRY, J.; FORRISTAL, P.D.; O'KIELY, P. Gas composition of baled grass silage as influenced by the amount, stretch, colour and type of plastic stretch-film used to wrap the bales, and by the frequency of bale handling. **Grass and Forage Science**, v.66, p.277–289, 2011.

MELO, M.J.A.F.; BACKES, A.A.; FAGUNDES, J.L.; MELO, M.T.; SILVA, G.P.; FREIRE, A.P.L. Características fermentativas e composição química da silagem de capim tanzânia com aditivos. **Boletim de Indústria Animal**, v.73, n.3, p.189-197, 2016.

MUCK, R. E. 1996. Silage Inoculation: inoculation of silage and its effects on silage quality. In: *Conference with Dairy and Forage Industries*. **Proceedings...** Madison-US,1996. p.43-51.

MÜLLER, C. E. Fermentation patterns of small-bale silage and haylage produced as a feed for horses. **Grass and Forage Science**, v.60, n.2, p.109-118, 2005.

- MÜLLER, C.E. Long-stemmed vs. cut haylage in bales – Effects on fermentation, aerobic storage stability, equine eating behaviour and characteristics of equine faeces. **Animal Feed Science and Technology**. v.152, n.4. p.307-321, 2009.
- MÜLLER, C.E.; NOSTELL, K.; BRÖJER, J. Microbial counts in forages for horses – Effect of storage time and of water soaking before feeding. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.35, n.7, p.622–627, 2015.
- NATH, C.D; NERES, A.M.; SHEIDT, K.C.; BERSONT, L.S.; SUNAHARA, A.S.M.M; SARTO, J.R.W.; STANGARLIN, J.R.; GOMES, S.D.; SERENO, M.J.; PERIN, A.P. Characterization of Tifton 85 bermudagrass haylage with different layers of polyethylene film and storage time. **Asian-Australas Journal of Animal Sciences**. v.31, n.8, p.1197-1204, 2018.
- NEUMANN, M.; OLIBONI, R.; OLIVEIRA, R.M.; FARIA, M.V.; UENO, R.K.; REINERH, L.L.; DURMAN, T. Chemicals additive used in silages. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**. v.3, n.2, p.197–207, 2010.
- NICHOLSON, J.W.G.; MCQUEEN, R.E.; CHARMLEY, E.; BUSH, R.S. Forage conservation in round bales or silage bags: effect on ensiling characteristics and animal performance. **Canada Journal Animal Science**, v.71, p.1167-1180, 1991.
- NUCERA, D.M.; GRASSI, M.A.; MORRA, P.; PIANO, S.; TABACCO, E.; BORREANI, G. Detection, identification, and typing of *Listeria* species from baled silages fed to dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.99, n.8, p. 6121–6133, 2016.
- OLIVEIRA, E.R.; MONÇÃO, F.P.; MOURA, L.V.; GABRIEL, A.M.A.; GÓES, R.H.T.B.; LEMPP, B.; NASCIMENTO, F.A. Valor nutricional de silagem de capim-mombaça com aditivos agroindustriais. **Semina: Ciências Agrárias**. v.35, n.3, p.1543–1556, 2014.
- OPARA, U.L.; HUSSEIN, Z.; CALEB, O.J. Phytochemical properties and antioxidant activities of minimally processed ‘Acco’ pomegranate arils as affected by perforationmediated modified atmosphere packaging. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.41, n.3, p.1-9, 2016.
- PALHARINI, M.C.A. Sistemas de embalagem com atmosfera modificada para produtos minimamente processados. **Pesquisa & Tecnologia**. v.14, n.1, p.1–5, 2017.
- RAGNARSSON, S.; LINDBERG, J.E. Nutritional value of mixed grass haylage in Icelandic horses. **Livestock Science**. v.131, p.83–87, 2010.
- RAGNARSSON, S.; LINDBERG, J.E. Nutritional value of timothy haylage in icelandic horses. **Livestock Science**. v.113, p.202–208, 2008.
- REIS, R.A.; MOREIRA, A.L.; PEDREIRA, M.S. Técnicas para produção e conservação de fenos de forrageiras de alta qualidade. In: Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas, 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2001. 30p.
- RIDWAN, R.; RUSMANA, I.; WIDYASTUTI, Y. WIRYAWAN, K.G.; PRASETYA, B.; SAKAMOTO, M.; OHKUMA, M. Fermentation characteristics and microbial diversity of tropical grass-legumes silages. **Asian-Australas Journal of Animal Sciences**. v.28, n.4, p.511-518, 2015.

ROTZ, C.A. Harvesting and storage systems for hay and haylage. **American Forage and Grassland Council**, v.13, p.8, 2004.

SÁ, W.C.C.S.; SANTOS, E.M.; OLIVEIRA, J.S.; PINHO, R.M.A.; PEREIRA, G.A.; CRUZ, G.F.L. **Considerações gerais sobre ensilagem**. In: SANTOS, E.M.; PARENTE, H.N.; OLIVEIRA, J.S.; PARENTE, M.O.M. (ORGS.). *Ensilagem no Nordeste do Brasil*. EDUFMA, São Luís, 2019. p.87–168.

SAS Institute. **Statistical Analysis System user's guide**. Version 9.1. Cary: SAS Institute, Inc. 2010.

SAVIDAN, Y.H.; JANK, L.; COSTA, J.C.G. **Registro de 25 acessos selecionados de *Panicum maximum***. Campo Grande: EMBRAPA, 1990. 68p. (Documentos,44).

SAVOIE, P.; JOFRIET, J.C. 2003. Silage storage. Pages 405–468. In: **Silage Science and Technology**. D. R. Buxton, R. E. Muck, and J. H. Harrison, ed. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America, Madison, WI.

SCHENCK, J.; E. MÜLLER, C.E. Microbial composition before and after conservation of grass-dominated haylage harvested early, middle, and late in the season. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.34, n.5, p.593-601, 2014.

SIEGFRIED, R.; RUCKEMANN, H.; STUMPF, G. Method for the determination of organic acids in silage by high performance liquid chromatography. **Landwirtschaftliche Forschung**, v.37, p.298-304, 1984.

SILVA, T.C.; SILVA, L.D.; SANTOS, E.M.; OLIVEIRA, J.S.; PERAZZO, A.F. **Importance of the fermentation to produce high-quality silage**. In: JOZALA, E.A (ED), *Fermentation Processes*. InTech. p.1–21, 2017.

SNELL, H.G.J.; OBERNDORFER, C.; KUTZ, A.; LÜCKE, W.; VAN DEN WEGHE, H.F.A. A system for testing plastic film for bunker silage preservation - Design and preliminary findings. **Journal of Agricultural Engineering Research**. v.79, n.1, p.37–45, 2001.

SOUTO, R.F.; DURIGAN, J.F.; SOUZA, B.S.; DONADON, J.; MENEGUCCI, J.L.P. Conservação pós-colheita de abacaxi ‘Pérola’ colhido no estágio de maturação “Pintado” associando-se refrigeração e atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.26, n.1, p. 24–28, 2004.

SOUZA, G.A.; NOGUEIRA, A.R.A.; RASSIN, J.B. **Determinação de matéria seca e umidade em solos e plantas com forno de micro-ondas doméstico**. EMBRAPA, Circular Técnica v.33, 2002, 8.p.

TAYLOR, C.C.; KUNG JR. L. The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of high moisture corn in laboratory silos. **Journal of Dairy Science**. v.85, p.1526–1532, 2002.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre, and no starch polysaccharides in relation to animal nutrition. In: *Symposium:*

Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583–3597, 1991.

VASCONCELOS, W.A.; SANTOS, E.M.; ZANINE, A.M.; PINTO, T.F.; LIMA, W.C.; EDVAN, R.L.; PEREIRA, O.G. Valor nutritivo de silagens de capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) colhido em função de idades de rebrotação. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.10, n.4, p.874–884, 2009.

WEIRICH, D.T.; NERES, M.A.; HUNOFF, C.A.; STRÖHER, S.M.; NATH, C.D.; SUNAHARA, S.M.M.; SARTO, J.R.; OLDONI, T. Microbiological profile and aerobic stability of Tifton 85 bermudagrass silage with or without vacuum and microbial inoculants. **Bioscience Journal**. v.34, n.1, p.151–161, 2018.

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

CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

Conservar gramíneas tropicas pelo método do pré-secado é possível, ambos capins testados provaram ter potencial. Apesar das presenças de grupos microbiológicos indesejáveis (mofos, leveduras e enterobactérias) que é proveniente de sua fermentação restrita, são considerados normais. O corte do pasto feito de acordo as recomendações de altura de pastejo resultou em forragens com bons valores de composição química, que compensa a sua utilização na alimentação animal.

As avaliações dos gases e temperaturas são fáceis, rápidas e de baixo custo. Foi uma metodologia criada exclusivamente nessa pesquisa e pode ser adaptada para outros experimentos. Através dessa metodologia foi possível observar que o filme convencional não é impermeável ao oxigênio, ele foi semelhante aos filmes de menor espessura (filme de atmosfera modificada), entretanto conteve mais dióxido de carbono.

Os filmes com menores espessura 10, 11 e 13 μ m, podem ser utilizados na conservação de pré-secado dos capim-marandu e do capim-tanzânia. Uma excelente opção, já que estes são de baixo custo e fáceis de encontrar nas lojas de embalagens e supermercados, assim é mais uma vantagem econômica. No entanto, avaliações da integridade dos filmes não foram avaliadas, mesmo não sendo observados rompimentos dos fardos, essa pode ser uma vantagem de utilizar plantas mais jovens, possuem maior concentração de folhas, conferindo além do bom valor nutritivo a integridade dos revestimentos, pois colmos tem maior facilidades para perfurar o filme e menor valor nutricional.

Não obstante, mais pesquisas devem ser realizadas, principalmente nos quesitos de testar o pré-secado em outras gramíneas tropicais avaliando seu valor nutricional e sua utilização em animais. Assim como as avaliações em outros tipos de filmes plásticos, avaliando a integridade dos mesmos e avaliações econômicas comparando os métodos de conservação tradicionais (silagem e feno) com pré-secado.