

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO-PR**

**EFEITO DE DIFERENTES FILMES PLÁSTICOS  
DUPLA FACE NA ENSILAGEM: QUALIDADE  
QUIMIOFERMENTATIVA E VALOR NUTRICIONAL  
DA SILAGEM E DESEMPENHO DE NOVILHOS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**FERNANDO BRAGA CRISTO**

**GUARAPUAVA-PR**

**2020**

**FERNANDO BRAGA CRISTO**

**EFEITO DE DIFERENTES FILMES PLÁSTICOS DUPLA FACE NA ENSILAGEM:  
QUALIDADE QUIMIOFERMENTATIVA E VALOR NUTRICIONAL DA SILAGEM E  
DESEMPENHO DE NOVILHOS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, área de concentração em Saúde e Produção Animal Sustentável, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Mikael Neumann

Orientador

**GUARAPUAVA-PR**

**2020**

Catálogo na Publicação  
Rede de Bibliotecas da Unicentro

C933e      Cristo, Fernando Braga  
              Efeito de diferentes filmes plásticos dupla face na ensilagem: qualidade  
quimiofermentativa e valor nutricional da silagem e desempenho de novilhos  
/ Fernando Braga Cristo. -- Guarapuava, 2020.  
              xiii, 96 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste,  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. Área de  
Concentração: Saúde Animal Sustentável, 2020.

Orientador: Mikael Neumann  
Banca examinadora: Marlon Richard Hilário da Silva, Egon Henrique  
Horst

Bibliografia

1. Estabilidade aeróbica. 2. Filme barreira oxigênio. 3. Polietileno. 4.  
Poliamida. 5. Recuperação de matéria seca. I. Título. II. Programa de Pós-  
Graduação em Ciências Veterinárias.

CDD 636

**FERNANDO BRAGA CRISTO**

*EFEITO DE DIFERENTES FILMES PLÁSTICOS DUPLA FACE SOBRE A  
QUALIDADE QUIMIOFERMENTATIVA DE SILAGEM DE MILHO E O  
DESEMPENHO DE NOVILHOS CONFINADOS*

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, área de concentração em Saúde e Produção Animal Sustentável, para a obtenção do título de Mestre.

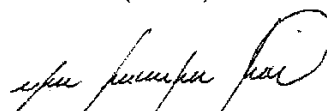
Aprovado em 10 de fevereiro de 2021.



Prof. Dr. Mikael Neumann  
(UNICENTRO)



Prof. Dr. Marlon Richard H. da Silva  
(UFPA)



Prof. Dr. Egon Henrique Horst  
(UNICENTRO)

GUARAPUAVA-PR  
2021

## PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DO CEUA

Ofício nº 021/2018 – CEUA/UNICENTRO

Guarapuava, 09 de Julho de 2018.

Senhor Pesquisador,

1. Comunicamos que seu projeto de pesquisa intitulado: "Efeito de diferentes tipos de vedação na qualidade de silagem de milho e no desempenho de novilhos confinados", protocolo número 018/2018, foi analisado e considerado **APROVADO**, pela Comissão de Ética no Uso de Animais de nossa Instituição, na reunião do dia 05 de Julho de 2018.
2. Deverá ser encaminhado à CEUA o relatório final da pesquisa e a publicação de seus resultados, para acompanhamento do mesmo.
3. Observamos ainda que se mantenha a devida atenção aos Relatórios Parciais e Finais na seguinte ordem:
  - Os **Relatórios Parciais** deverão ser encaminhados à CEUA assim que tenha **transcorrido um ano da pesquisa**.
  - Os **Relatórios Finais** deverão ser encaminhados à CEUA em até **30 dias após a conclusão da pesquisa**.
  - **Qualquer alteração na pesquisa** que foi aprovada, como por exemplo, números de sujeitos, local, período, etc. deverá ser necessariamente enviada uma carta justificativa para a análise da CEUA.

Pesquisador: Prof. Mikael Neumann  
Atenciosamente,



Presidente do CEUA

Ao senhor  
Prof. Mikael Neumann  
UNICENTRO-CEDETEG

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e pelas bênçãos concedidas.

A minha mãe Fatima, ao meu padrasto Odonir e ao meu irmão Gabriel, pelo incentivo, motivação, compreensão, carinho, apoio e toda ajuda necessária.

Agradeço à toda minha família, e em especial aos meus avós Maria de Lurdes e Vicente (*in memoria*), que sempre me apoiaram, oraram por mim e me incentivaram na minha trajetória.

A Karla, minha companheira desde o início da graduação, por todo o amor, carinho, incentivo, paciência e compreensão.

Aos meus amigos e aos meus colegas de casa, por todo apoio, amizade e momentos de descontração.

Agradeço a todos os professores que fizeram parte da minha formação, e aos componentes da banca examinadora.

Aos amigos e colegas do grupo NUPRAN, por toda a amizade, aprendizado, convívio e apoio na realização deste trabalho.

Ao professor, Dr. Mikael Neumann, agradeço por toda orientação, auxílio e amizade desde a graduação até o mestrado.

## RESUMO

Fernando Braga Cristo. **Efeito de diferentes filmes plásticos dupla face na ensilagem: qualidade quimiofermentativa e valor nutricional da silagem e desempenho de novilhos.** 2020. 102f. Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias), Guarapuava.

O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade quimiofermentativa e o desempenho produtivo, de novilhos terminados em confinamento alimentados com silagem de milho vedada com diferentes filmes plásticos dupla face. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, compostos por três tratamentos: DF110  $\mu\text{m}$  - polietileno dupla face com espessura de 110  $\mu\text{m}$ ; DF200  $\mu\text{m}$  - polietileno dupla face com espessura de 200  $\mu\text{m}$ ; e DFBO - polietileno dupla face com espessura de 80  $\mu\text{m}$  sobreposta a uma película de poliamida translúcida a vácuo com espessura de 20  $\mu\text{m}$ . Para as avaliações quimiofermentativas, amostras de silagem foram coletadas e enviadas ao laboratório. Para as avaliações de desempenho animal utilizou-se de 30 novilhos inteiros  $\frac{1}{2}$  sangue Angus Nelore, com idade média inicial de 12 meses e peso médio inicial de  $366,5\text{kg} \pm 3\text{kg}$ . O uso de diferentes filmes plásticos dupla face não promoveu mudanças nas características químicas da silagem de milho. Porém, o uso do filme DF200 reduziu em  $3,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  a temperatura da silagem, as perdas físicas foram reduzidas em  $118,9\text{ g kg}^{-1}$  da MS pela utilização do DFBO e  $95\text{ g kg}^{-1}$  da MS com o DF200  $\mu\text{m}$ . A utilização do filme DFBO resultou em maior estabilidade aeróbica (127 horas) da silagem de milho. O uso do filme DF200  $\mu\text{m}$  também proporcionou incremento médio de  $0,182\text{ kg animal dia}^{-1}$  de ganho de peso dos animais alimentados com a silagem do DF200  $\mu\text{m}$ . O ganho de carcaça dos animais durante o período de confinamento foi em média  $9,36\%$  superior para aqueles que foram alimentados com a silagem da vedação com o filme DF200  $\mu\text{m}$ . Os filmes plásticos dupla face impactaram diretamente sobre temperatura da silagem, perdas físicas, estabilidade aeróbica e desempenho animal.

**Palavras-Chave:** Estabilidade aeróbia, filme barreira oxigênio, polietileno, poliamida, recuperação de matéria seca.

## ABSTRACT

Fernando Braga Cristo. **Effect of different double-sided plastic films on silage: chemofermentative quality and nutritional value of silage and performance of steers.** 2020. 102f. Universidade Estadual do Centro Oeste - Unicentro. Dissertation (Master of Veterinary Sciences), Guarapuava.

The objective of this study was to evaluate the chemo-fermentative quality and productive performance of feedlot finished steers fed corn silage sealed with different double-sided plastic films. The experimental design was entirely randomized, composed of three treatments: DF110  $\mu\text{m}$  - double-sided polyethylene with a thickness of 110  $\mu\text{m}$ ; DF200  $\mu\text{m}$  - double-sided polyethylene with a thickness of 200  $\mu\text{m}$ ; and DFBO - double-sided polyethylene with a thickness of 80  $\mu\text{m}$  overlaid with a vacuum translucent polyamide film with a thickness of 20 $\mu\text{m}$ . For the chemo-fermentative evaluations, silage samples were collected and sent to the laboratory. For animal performance evaluations, 30 whole  $\frac{1}{2}$  blood Angus Nelore steers were used, with an average initial age of 12 months and an average initial weight of  $366.5\text{kg} \pm 3\text{kg}$ . The use of different double-sided plastic films did not promote changes in the chemical characteristics of corn silage. However, the use of DF200 film reduced the silage temperature by  $3.1^{\circ}\text{C}$ , physical losses were reduced by  $118.9 \text{ g kg}^{-1}$  of DM by using DFBO and  $95 \text{ g kg}^{-1}$  of DM with DF200 $\mu\text{m}$ . The use of DFBO film resulted in higher aerobic stability (127 hours) of the corn silage. The use of DF200 $\mu\text{m}$  film also provided an average increment of  $0.182 \text{ kg animal day}^{-1}$  of weight gain of the animals fed with DF200 $\mu\text{m}$  silage. Carcass gain of the animals during the feedlot period was on average 9.36% higher for those that were fed the silage from the DF200 $\mu\text{m}$  film seal. The double-sided plastic films directly impacted silage temperature, physical losses, aerobic stability, and animal performance.

**Key words:** Aerobic stability, oxygen barrier film, polyethylene, polyamide, dry matter recovery.



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Taxa de desaparecimento ruminal *in situ* da matéria seca de silagens de milho armazenadas em silos trincheira vedadas com diferentes filmes plásticos dupla face.....41
- Figura 2.** Teores de matéria seca durante a avaliação de estabilidade aeróbica das silagens de milho armazenadas em silos trincheira vedadas com diferentes filmes plásticos dupla face.....46
- Figura 3.** Temperatura das silagens (A) e índice de pH (B) durante a avaliação de estabilidade aeróbica de silagens de milho armazenadas em silos trincheira vedadas com diferentes filmes plásticos dupla face.....47

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

<b>Tabela 1.</b> Caracterização agronômica da planta de milho no momento da ensilagem (Safrá 2017/2018).....	36
<b>Tabela 2.</b> Composição química e valores médios de perdas de matéria seca de silagens de milho armazenada em silos trincheira vedados com diferentes filmes plásticos dupla face.....	40
<b>Tabela 3.</b> Perfil fermentativo das silagens de milho armazenadas em silos trincheira vedadas com diferentes filmes plásticos dupla face.....	42
<b>Tabela 4.</b> Valores médios de matéria seca, temperatura da silagem, gradiente de temperatura e das perdas físicas de matéria seca durante o período de uso das silagens de milho armazenadas em silos trincheira vedadas com diferentes filmes plásticos dupla face.....	44
<b>Tabela 5.</b> Tempo para atingir máxima temperatura, tempo para atingir máximo pH, tempo para perda de estabilidade aeróbica pelo pH e tempo para perda de estabilidade aeróbica pela temperatura durante o período de avaliação de estabilidade aeróbica de silagens de milho armazenadas em silos trincheiras vedadas com diferentes filmes plásticos dupla face. ....	48

### CAPÍTULO 2

<b>Tabela 1.</b> Composição química das silagens e das dietas experimentais.....	83
<b>Tabela 2.</b> Ganho de peso médio diário (GMD), ingestão de matéria seca expresso em $\text{kg dia}^{-1}$ (IMSD) ou por 100 kg de peso vivo (IMSP), eficiência alimentar (EA), Consumo de fibra em	

detergente neutro (CFDN), Consumo de fibra em detergente ácido (CFDA) e escore qualitativo de comedouro e escore de fezes, de novilhos terminados em confinamento com silagem de milho armazenada em silos trincheira sob diferentes filmes plásticos dupla face, conforme os períodos de avaliação..... 84

**Tabela 3.** Ganho médio de carcaça, expresso em  $\text{kg dia}^{-1}$  (GMC) e em kg equivalente ao período total de confinamento (GCC), eficiência de transformação do ganho de peso em carcaça ( $\text{GMC GMD}^{-1}$ , %) e eficiência de transformação da matéria seca consumida em carcaça (ETC) de novilhos terminados em confinamento com silagem de milho armazenada em silos trincheira sob diferentes filmes plásticos dupla face.....85

**Tabela 4.** Produção de fezes em  $\text{kg dia}^{-1}$ , base natural ou base seca, teor de matéria seca das fezes e digestibilidade aparente da matéria seca da dieta de novilhos terminados em confinamento com silagem de milho armazenada em silos trincheira sob diferentes filmes plásticos dupla face, conforme os períodos de avaliação.....86

**Tabela 5.** Comportamento ingestivo expresso em horas  $\text{dia}^{-1}$  representado pelas atividade de consumo de alimentos, consumo de água, ruminação e ócio de novilhos terminados em confinamento com silagem de milho armazenada em silos trincheira sob diferentes filmes plásticos dupla face, conforme os períodos de avaliação.....87

**Tabela 6.** Comportamento ingestivo, representado pela frequência de atividades de alimentação, abeberação, defecação, micção e comportamento oral não ingestivo, expressos em vezes  $\text{dia}^{-1}$ , de novilhos terminados em confinamento com silagem de milho armazenada em silos trincheira sob diferentes filmes plásticos dupla face, conforme os períodos de avaliação.....88

**Tabela 7.** Características da carcaça de novilhos terminados em confinamento com silagem de milho armazenada em silos trincheira sob diferentes filmes plásticos dupla face, conforme os períodos de avaliação.....89

**Tabela 8.** Componentes de rendimento não integrantes da carcaça, expressos em porcentagem do peso vivo, de novilhos terminados em confinamento com silagem de milho armazenada em silos trincheira sob diferentes filmes plásticos dupla face, conforme os períodos de avaliação.....90

**Tabela 9.** Análise de viabilidade econômica das dietas experimentais .....91

## SUMÁRIO

<b>PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DO CEUA.....</b>	<b>II</b>
<b>AGRADECIMENTOS .....</b>	<b>III</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>IV</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>VI</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>VII</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>VIII</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 Definição de Silagem .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 Processo fermentativo .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3 Filmes Plásticos .....</b>	<b>17</b>
<b>2.4 Características desejáveis dos filmes plásticos.....</b>	<b>19</b>
<b>2.5 Permeabilidade dos filmes plásticos.....</b>	<b>21</b>
<b>2.6 Falhas na vedação .....</b>	<b>22</b>
<b>2.7 Alimentação e desempenho animal .....</b>	<b>24</b>
<b>3. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>25</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>25</b>
<b>4. OBJETIVOS .....</b>	<b>32</b>
<b>4.1 Objetivo geral.....</b>	<b>32</b>

4.2	Objetivos específicos.....	32
5.	<b>EFEITO DE DIFERENTES FILMES PLÁSTICOS DUPLA FACE SOBRE CARACTERÍSTICAS QUIMIOFERMENTATIVAS DA SILAGEM DE MILHO .....</b>	<b>33</b>
	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>34</b>
	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>34</b>
	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>39</b>
	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>49</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>49</b>
6.	<b>DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA E COMPORTAMENTO DIGESTIVO DE NOVILHOS TERMINADOS EM CONFINAMENTO ALIMENTADOS COM SILAGEM DE MILHO VEDADA COM DIFERENTES .....</b>	<b>54</b>
	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>57</b>
	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>58</b>
	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>67</b>
	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>76</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>76</b>
	<b>ANEXO 1.....</b>	<b>97</b>
	<b>ANEXO 2.....</b>	<b>98</b>
	<b>ANEXO 3.....</b>	<b>99</b>
	<b>ANEXO 4.....</b>	<b>100</b>
	<b>ANEXO 5.....</b>	<b>101</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil detém do maior rebanho bovino comercial do mundo, mas seus índices produtivos ainda são considerados tímidos e possuem grande capacidade de expansão se comparados com outros países, onde a pecuária é mais tecnificada. A busca pela eficiência produtiva e sustentabilidade da produção é o objetivo da pecuária moderna, porém alcançar a máxima produção é um desafio nas propriedades brasileiras e só é possível a partir da adoção de ferramentas de manejo, sanidade, genética e nutrição, que causam impacto direto sobre a produção de carne e leite (MEDEIROS et al., 2015).

Tendo em vista este cenário de intensificação da produção os alimentos conservados são alternativas para alcançar este objetivo, pois preservam o valor nutricional do alimento original e possibilitam incremento nos índices produtivos (WEINBERG e ASHBELL, 2003).

Nos confinamentos da região Sul do Brasil, a silagem de milho é predominantemente o principal volumoso utilizado (OLIVEIRA e MILLEN, 2014). A manutenção dos parâmetros quantitativos e qualitativos da silagem no período de armazenamento é dependente de diversos fatores, tais como: tamanho de partícula, eficiência de processamento de grãos, higiene do processo e tempo de armazenamento. Porém, estabelecer um ambiente anaeróbico no interior do silo é fundamental para a correta conservação da massa ensilada, condição que só é alcançada quando o processo de fechamento do silo e a colocação do filme plástico é feito de maneira correta (BORREANI et al., 2007; NEUMANN et al., 2014; NEUMANN et al., 2017).

A vedação com filmes plásticos é fundamental na manutenção da anaerobiose no interior do silo e redução de perdas causadas pelo oxigênio, principalmente nas camadas superiores do silo, porém os filmes de polietileno utilizados para cobrir a grande maioria dos silos brasileiros apresenta permeabilidade ao oxigênio, que é aumentada quando há incremento na temperatura ambiente (BOLSEN, 1997; DEGANO, 1999).

A partir da demanda de filmes mais eficientes em barrar o oxigênio, surgiram os filmes barreira de oxigênio, feitos a partir da combinação de diferentes polímeros plásticos (BORREANI et al., 2007), fato que contribuiu para a redução das perdas de nutrientes, aumento da estabilidade aeróbia e qualidade da silagem (BORREANI et al., 2007; DOLCI et al., 2011). Diante disso, o objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade quimiofermentativa, a digestibilidade da matéria seca, estabilidade aeróbica, desempenho produtivo, comportamento ingestivo e qualidade de carcaça de novilhos terminados em confinamento alimentados com

silagem de milho armazenada em silos trincheira vedadas com diferentes filmes plásticos dupla face.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Definição de Silagem**

Silagem é o termo usado para definir o produto da conservação de forragens úmidas ou de grãos de cereais com alta umidade por meio de um processo fermentativo em condições anaeróbicas, dentro de um silo. A fermentação é realizada por bactérias ácido lácticas, as quais convertem açúcares em ácidos orgânicos, como o ácido láctico (JASTER, 1995).

O sucesso da ensilagem depende de uma combinação de ambiente anaeróbico e da acidificação do meio, isso acontece devido a rápida queda e posterior estabilização do pH, a qual ocorre quando o material tem a quantidade adequada de carboidratos solúveis, para que haja estabelecimento e crescimento de bactérias lácticas. Como resultado, há produção de ácido láctico, redução do pH e conservação da silagem (PAHLOW et al., 2003; SANTOS et al., 2015).

A cultura do milho é a mais usada para silagem, pois é de fácil cultivo, produz boa quantidade de matéria verde e matéria seca por área, tem fácil fermentação e apropriada aceitação dos animais. Sua produtividade varia de acordo com as técnicas utilizadas na implantação e condução da lavoura, da mesma maneira na confecção da silagem (LANES et al., 2006). Além disso, a planta de milho possui composição bromatológica que possibilita confeccionar silagem de qualidade, devido ao teor de matéria seca (MS) entre 30 e 35 %, teor de carboidratos solúveis superior a 3% e baixa capacidade tampão. Além desses fatores, devemos nos atentar para outros parâmetros como: digestibilidade do FDN, perfil proteico, quantidade de amido e processamento de grãos, stay green e resistência à pragas e doenças (NUSSIO, 2001).

A qualidade da silagem está estreitamente ligada à composição e digestibilidade do material original, e o processo de fermentação é determinante para garantir que essas características sejam mantidas e as perdas de nutrientes sejam minimizadas durante este processo (TOMICICH et al., 2012).

### **2.2 Processo fermentativo**

A operação para confecção da silagem demanda de correto planejamento de todas as atividades que envolvem um grande número de máquinas e pessoas, o ideal que todo este

processo não ultrapasse de 24 horas desde o início do corte das plantas até o fechamento do silo, pois neste período se iniciam processos de lise e respiração celular, degradação enzimática, reação de Maillard, crescimento de bactérias aeróbicas e aeróbicas facultativas. Esses eventos estão ligados às perdas de matéria seca, energia e redução da quantidade de carboidratos solúveis (MÜHLBACH, 1999).

A primeira etapa do processo fermentativo é chamada de fase aeróbica, a qual ocorre por algumas horas após a vedação do silo. Há diminuição constante do oxigênio no interior do silo, esse fenômeno ocorre devido o processo de respiração celular das plantas e microrganismos aeróbicos, os quais consomem O<sub>2</sub> e liberam calor. Alguns fatores como tamanho de partícula, compactação, tempo de fechamento do silo e vedação podem colaborar para diminuir o tempo de duração dessa fase (MCDONALD et al., 1991; WEINBERG e MUCK, 1996).

A segunda fase da fermentação deve ter início com a redução do oxigênio e a limitação da atividade de bactérias aeróbicas, o filme plástico é de grande importância para que estes processos ocorram de forma desejada e para que não haja entrada de oxigênio no silo desestabilizando o ambiente anaeróbico. Nessa etapa, os nutrientes ficam mais disponíveis, pois são liberados de células vegetais e tecidos em colapso, favorecendo o estabelecimento da população de bactérias ácido lácticas (MERRY et al., 1997).

Em silagens de milho com boa fermentação, a população desse grupo de bactérias deve predominar, influenciando na produção de ácido láctico e no rápido declínio do pH. A duração dessa fase é variável entre uma semana e um mês e é dependente da qualidade do material ensilado e do processo de ensilagem (MERRY et al., 1997).

Segundo Pahlow (2003), na terceira fase, ou fase estável, ocorre redução da intensidade do processo de fermentação e estabilização do processo fermentativo. Apenas enzimas tolerantes ao baixo pH continuam ativas e a população de bactérias ácido lácticas é reduzida.

Após a abertura do silo, inicia-se a quarta fase. Perde-se o ambiente hermético e o oxigênio tem acesso primeiramente às camadas superficiais do silo e posteriormente, penetra gradativamente para o seu interior. Porém, a entrada de ar entre as partículas da silagem é variável, dependendo da compactação e da fatia de corte do material (HONIG, 1991).

O fenômeno de oxigenação da silagem propicia o crescimento e a multiplicação de microrganismos indesejáveis, causando instabilidade aeróbica, aumento de pH, diminuição do



valor nutricional e fermentações secundárias, caso não seja respeitada a taxa mínima de retirada diária de silagem do silo (PAHLOW et al., 2003).

### **2.3 Filmes Plásticos**

A utilização de filmes plásticos para conservação de forragens foi considerado um grande advento para a produção de alimentos conservados, pois permitiu a utilização de uma grande variedade de silos devido ao capacidade dos filmes plásticos isolarem o ambiente no interior do silo e possibilitarem a obtenção e manutenção de ambiente anaeróbico (MUCK e SHINNERS, 2001).

A utilização de plásticos na atividade agrícola aumentou consideravelmente na última década em todo o mundo e atingiu 3,6 milhões de toneladas, sendo o polietileno ainda o polímero mais utilizado para cobrir silos, como proteção de fardos, para confecção de estufas e mulching para cobrir o solo (BORREANI e TABACCO, 2017; VITTOVA, 2013)

O filme plástico usado na vedação de silos com forragens deve cumprir essencialmente três funções, independentemente das condições climáticas de onde o silo está localizado, região tropical ou temperada. Primeiro, a película plástica deve ser resistente a danos mecânicos, causados pela chuva, granizo ou animais. Segundo, o filme deve ser resistente aos raios UV e boa capacidade de isolamento térmico, permanecendo intacto após exposição prolongada à luz solar durante o período de armazenamento. E a terceira característica é garantir condições anaeróbicas durante a ensilagem e armazenamento, evitando trocas gasosas entre o meio externo e o interior do silo (BERNARDES, 2016).

A introdução na década de 90 de polímeros coextrusados para fabricação de filmes plásticos de uso agrícola permitiu disponibilizar no mercado diversos tipos de filmes, que associados à falta de normatização e regulamentação resultou em uma vasta gama de produtos ofertados ao produtor, os quais variam em preço e composição (BORREANI e TABACCO, 2012; NEUMANN et al., 2011), porém nem todos cumprem as funções básicas necessárias para que o filme plástico possa ser utilizado para vedar silos (BERNARDES, 2016).

Na grande maioria, os silos são vedados com filmes plásticos, fabricados a partir de polivinila (PVC) e polietileno (PE), sendo que, o polietileno é o material mais utilizado para essa finalidade devido ao baixo custo, boa resistência mecânica, resistência a raios UV evitando que o material se desintegre sob a luz solar, porém, apresenta permeabilidade e baixa

capacidade de isolamento ao oxigênio se comparado com filmes barreira (DEGANO, 1999; BORREANI et al., 2007; SANTOS, 2015; WILKINSON et al., 2003).

Até o surgimento de filmes plásticos com polímeros capazes de barrar o oxigênio, a única forma de reduzir a permeabilidade do filme plástico era aumentar a espessura, pois de acordo com Savoie (1987) após 10 meses de uso do filme plástico, sua resistência foi maior conforme o aumento da espessura, porém essa prática levou ao aumento de custos e dificuldades no gerenciamento e utilização de filmes mais espessos (BORREANI et al., 2017).

O primeiro filme plástico barreira foi desenvolvido em 1996 na Itália por um fabricante de plásticos, que utilizou a poliamida como polímero de barreira. Inicialmente, os filmes barreira ao oxigênio encontraram certa resistência, tanto da indústria quanto dos produtores, devido ao custo elevado de fabricação e aquisição em relação aos filmes de polietileno (BORREANI et al., 2014).

Diversos polímeros e suas combinações podem ser utilizadas na fabricação de filmes barreira de oxigênio, compostos por uma camada ou por multicamadas com reduzida permeabilidade ao oxigênio (BORREANI et al., 2007; WILKINSON e FENLON, 2014). A propriedade de barreira é caracterizada principalmente pela capacidade dos filmes de transmitir gases e vapores, que nessa categoria de filmes plásticos é reduzida (BORREANI et al., 2017).

Inicialmente, a poliamida e copolímero de etileno associado ao álcool vinílico propiciaram a obtenção de filmes mais finos, porém apresentavam maior impermeabilidade ao oxigênio e ao gás carbônico em relação aos filmes de polietileno (BORREANI et al., 2007; BORREANI et al., 2011). Esta combinação de polímeros coextrusados associados ao polietileno formam duas camadas externas de polietileno e uma camada interna de poliamida, com espessura total de 125  $\mu\text{m}$ , destes, 45  $\mu\text{m}$  são provenientes da camada de poliamida (BORREANI et al., 2007). Além da melhoria na impermeabilidade, a combinação de polímeros resultou na melhoria das propriedades mecânicas destes filmes, aumentando a resistência à perfuração e rasgos em comparação aos filmes apenas com polímeros barreira de oxigênio (BORREANI e TABACCO 2010).

A combinação de polietileno e polímeros com capacidade de barrar o oxigênio também foram capazes de reduzir as perdas de matéria seca, melhorar a estabilidade aeróbica, reduzir a contagem de leveduras e bolores, melhorar perfis de fermentação, temperatura e pH (BERNARDES et al., 2012; BORREANI et al., 2007; BORREANI e TABACCO, 2008; BORREANI et al., 2013; WILKINSON e FENLON, 2014).

A segunda geração de filmes com reduzida permeabilidade é chamada de filmes de alta barreira, obtidos por meio da associação de copolímero de etileno e álcool vinílico à duas camadas de polietileno. Fato que permitiu a redução da camada de copolímero de etileno e álcool vinílico e possibilitou aumentar em aproximadamente 10 vezes a impermeabilidade ao oxigênio (BORREANI e TABACCO, 2012; BORREANI e TABACCO, 2014).

Essa combinação permitiu agregar as ótimas características de barreira ao oxigênio do álcool polivinílico com a proteção mecânica do polietileno (BORREANI et al., 2011). Borreani e Tabacco (2014) relatam que esta combinação resultou na melhoria da anaerobiose no interior do silo, menores perdas de matéria seca, redução de descarte devido à deterioração da silagem e redução de utilização de mão de obra, impactando diretamente no sucesso econômico da produção.

#### **2.4 Características desejáveis dos filmes plásticos**

A permeabilidade dos filmes plásticos, principalmente do polietileno é influenciada por diversos fatores. A temperatura do ambiente é determinante na troca gasosa entre o material ensilado e o ambiente externo. Regiões tropicais podem gerar efeitos negativos sobre as propriedades físicas dos filmes plásticos (DANIEL et al., 2019). Quando a temperatura ambiental está alta, ocorre aumento significativo na permeabilidade desse material e o ar penetra no silo por diferença de pressão, portanto, em estações do ano ou locais onde as temperaturas são elevadas há maior possibilidade de ocorrer problemas durante o período de armazenamento, gerando inconsistência na capacidade de barreira destes filmes durante este período (DEGANO, 1999; AMARAL, 2014; BERNARDES et al., 2018).

O ar também pode penetrar no silo através do fluxo volumétrico. Ao final da fermentação, a concentração de CO<sub>2</sub> dentro do silo é de aproximadamente 90% e caso a lona apresente algum lugar de escape, como perfurações, o CO<sub>2</sub> é perdido para o ambiente e o espaço livre no interior do silo é preenchido por O<sub>2</sub> (MCGECHAN e WILLIAMS, 1994).

A cor do filme plástico também tem influência sobre a penetração do oxigênio, onde filmes de coloração escura absorvem mais calor e em materiais de baixa qualidade resulta na dilatação das suas partículas formadoras, aumentando a permeabilidade da lona ao O<sub>2</sub>. Frick (2004) constatou aumentos de três vezes na permeabilidade de oxigênio em filmes pretos quando atingiram 60 °C ao serem expostos ao ambiente do silo quando comparados a filmes brancos e verdes que sofreram pouca influência da radiação solar e da temperatura do ambiente.

Portanto, busca-se utilizar materiais refratários à radiação solar (filmes dupla face), que possuem uma face de cor preta, a qual fica voltada para a silagem, e outra de cor branca, voltada para o ambiente externo, diminuindo a absorção de calor e raios solares (TABACCO e

BORREANI, 2002).

Além da permeabilidade ao oxigênio, resistência à variação térmica e coloração, a espessura é uma das principais características a serem avaliadas em lonas plásticas. Existe grande variabilidade na espessura dos filmes plásticos e sua escolha deve ser orientada de acordo com o sistema de vedação que será utilizado e com o período que se deseja armazenar a silagem (BISPO, 2013).

De maneira geral, os materiais mais usados são de 100 micrômetros e 200 micrômetros de espessura. Em muitos casos a espessura não está relacionada com a resistência mecânica da lona, mas com o seu material de fabricação (BISPO, 2013).

Conforme Savoie (1988), a espessura do filme está relacionada ao período de armazenagem desejado. Espessuras comumente usadas de 100, 150 e 200  $\mu\text{m}$  são ideais para 3, 7 e 12 meses de armazenagem, respectivamente. Conforme o tempo de armazenamento aumentam as perdas respiratórias também evoluem de 0,2% para 0,7%, incrementos maiores podem ocorrer quando o filme plástico perde sua integridade aumentando a penetração de oxigênio no interior do silo. Ainda de acordo com o autor, a medida com que a espessura aumenta, os custos de aquisição desse material também aumentam, no entanto, as perdas diminuem.

Kuzin e Savoie (2001), constataram que silagens armazenadas por longos períodos com lona plástica de baixa espessura apresentaram 10% de perdas de matéria orgânica, enquanto que as perdas foram de 2% para silagens armazenadas com filmes mais espessos, demonstrando a importância em encontrar o equilíbrio entre a relação espessura e custo que melhor se adapta ao sistema utilizado.

De acordo com Leite Filho (2000), coberturas com lonas plásticas comuns sofrem grandes interferências do ambiente que podem permitir a perda da anaerobiose no interior do silo, afetando a qualidade final e o período de armazenamento da silagem. A colocação de materiais sobre o filme plástico afim de diminuir a penetração de oxigênio, incidência de raios solares na massa ensilada e os danos causados nas lonas plásticas, apesar de serem práticas

laboriosas e custosas, apresentam-se como uma boa alternativa a ser implantada. Vários materiais são utilizados, como por exemplo: terra, pneus, areia e alguns resíduos como a palha de arroz.

A superfície da silagem deve estar em contato com o filme plástico, a fim de, evitar que esse espaço entre a lona e a silagem seja ocupado por ar, reduzir as trocas gasosas com o ambiente e a entrada de raios UV, chuva e umidade (WEINBERG e ASHBELL, 2003; AMARAL, 2014).

O prejuízo com silagem deteriorada é quatro vezes maior que os custos de aquisição de lonas e pneus para a vedação dos silos, com isso, a adoção desses cuidados se torna viável e necessária (BOLSEN, 1997; LEITE FILHO, 2000; BERGER et al., 2005).

De acordo com Savoie et al. (2003), os filmes plásticos podem se tornar um problema ambiental por serem difíceis de reciclar e pouco biodegradáveis, dificultando o seu descarte. Quando pneus são utilizados para promover o maior contato entre a lona e o material ensilado há um problema adicional, tendo em vista que esses podem se tornar um local propício para proliferação de mosquitos, devido ao acúmulo de água (LANYON et al., 2004).

## **2.5 Permeabilidade dos filmes plásticos**

Os plásticos filmes são o material mais utilizado na vedação de silos destinados a estocagem de alimentos para uso na alimentação animal e tem como função principal promover o estabelecimento das condições anaeróbicas no material ensilado. A cobertura com revestimentos de polietileno (PE) é o método mais empregado para proteger a silagem próxima a superfície, porém a proteção é variável e sofre mudanças durante o período de armazenamento com o emprego desse material. Há alguns anos tem-se utilizado o PE associado à poliamida (PA), polímero com menor permeabilidade ao oxigênio (BERNARDES, 2016).

Para reduzir as perdas por deterioração no topo dos silos horizontais é importante aliar a impermeabilidade ao oxigênio com o desempenho mecânico de filmes plásticos para a vedação (BORREANI e TABACCO, 2017). A influência da espessura e cor do filme plástico na preservação da qualidade da silagem é investigada em alguns estudos.

Snell et al. (2003) avaliaram a influência das variações na espessura do filme plástico de PE branco na conservação de silagem de milho. Os silos foram selados com os filmes: 90  $\mu\text{m}$ , 150  $\mu\text{m}$  e 200  $\mu\text{m}$ . Os autores relataram diferentes permeabilidades ao oxigênio para os materiais: 459, 248 e 188  $\text{cm}^3 \text{m}^{-2}$  por 24 horas, indicando que o aumento da espessura dos filmes do mesmo material reduz a permeabilidade ao  $\text{O}_2$  dos mesmos.

Snell et al. (2003) objetivaram determinar o efeito da espessura e da cor do filme plástico na qualidade da silagem de gramíneas. Para tanto, os autores utilizaram 30 recipientes cilíndricos

de plástico (minissilos; 0,3 m<sup>3</sup>) que foram preenchidos com a graminea picada e cobertos com filmes de diferentes espessuras e cores: 90 µm, branco; 125 µm, verde; 200 µm, verde e 200 µm, branco. A espessura e a cor dos filmes demonstraram influência sobre a permeabilidade dos filmes. Os autores encontraram as seguintes permeabilidades ao O<sub>2</sub>: 459 (90 µm, branco); 228 (125 µm, verde); 150 (200 µm, verde) e 188 (200 µm, branco) cm<sup>3</sup> m<sup>-2</sup> por 24 horas. Os resultados da análise química das silagens não revelaram influência significativa dos filmes.

Bernardes et al. (2011) estudaram a eficácia de diferentes filmes plásticos na redução das perdas de topo na silagem de milho. Os autores avaliaram quatro filmes plásticos: filme de barreira de oxigênio (OB) de polietileno e poliamida, filme de polietileno (PE), filme de cloreto de polivinila (PVC) e filme de PE e álcool polivinílico (PVOH). As permeabilidades ao oxigênio encontradas para esses materiais foram de: 75, 722, 982 e 289 cm<sup>3</sup> m<sup>-2</sup> por 24 horas, respectivamente.

## 2.6 Falhas na vedação

Para que ocorra o processo adequado de fermentação, é fundamental alcançar condições anaeróbicas adequadas (WILKINSON e DAVIES, 2013). Porém, por diversos motivos, como má qualidade do polietileno, baixa espessura do filme plástico e perfurações causadas pelas próprias partículas do material ensilado ou por animais, torna-se difícil estabelecer e manter a anaerobiose durante todo o período de estocagem e utilização do da silagem (LEITE FILHO, 2000; BORREANI et al., 2007; BERNARDES et al., 2012).

De forma geral, a vedação deve ser uniforme em todo o silo, a fim de evitar áreas de acúmulo ou entrada de oxigênio no silo, porém há maior dificuldade para compactar e vedar corretamente as porções laterais e de rampa dos silos, tornando-as mais propensas ao acúmulo de O<sub>2</sub> e conseqüente deterioração aeróbica. Desta forma, a utilização de lonas plásticas se faz necessária, por agir como barreira, isolando o ambiente interno do silo do ambiente externo, evitando principalmente o fluxo de entrada tanto da água como de oxigênio para o interior do silo (KUNG JUNIOR, 2005).

Filmes plásticos com baixa capacidade de isolamento geram perdas por deterioração aeróbica, e aumento de temperatura por conta da alta atividade de microrganismos aeróbios (KUNG JUNIOR, 2005; BORREANI et al., 2007), afetando a qualidade nutricional e higiênica do material ensilado por meio do acúmulo de organismos patogênicos e suas toxinas (BORREANI e TABACCO, 2010).

Embasado no exposto acima, sabe-se que silagens de milho quando em contato com o ar sofrem ação de bactérias aeróbicas, fungos e outros microrganismos, os quais podem produzir micotoxinas que são potencialmente tóxicas que podem causar redução no consumo de matéria seca e na qualidade do alimento, tornando-o menos palatável e com risco de causar distúrbios metabólicos nos animais, comprometendo a segurança alimentar dos produtos de origem animal (CAVALLARIN et al., 2011; CHELI et al., 2013; MACHADO, 2019).

Orosz et al. (2012) atribuem a capacidade de isolamento do filme plástico à melhoria da estabilidade aeróbica, pois silagens bem vedadas e com filmes barreira apresentam menores contagens de leveduras e bolores apesar de apresentarem menores concentrações de ácidos acéticos e propiônicos que são considerados com boa capacidade fungicida.

Quando o fechamento e a vedação do silo não ocorrem corretamente, as camadas iniciais e superiores da silagem são as porções mais prejudicadas, pois estão mais suscetíveis a influência do meio externo (BERNARDES, 2016). Em silos não vedados ou vedados incorretamente, a deterioração aeróbica pode alcançar até 30 centímetros de material ensilado (KUZIN e SAVOIE, 2001).

Na porção inferior do silo as perdas de matéria seca diminuem gradativamente conforme avança em profundidade, pois a porção superficial deteriorada serve como proteção às camadas mais profundas e dificulta o acesso do oxigênio para essas porções (MCDONEL e KUNG JUNIOR, 2006).

Berger e Bolson (2006) constataram que as perdas de matéria seca reduzem pela metade quando a silagem é vedada com filmes plásticos. Porém, variam conforme o material colhido e ensilado, matéria seca no momento da ensilagem, compactação, vedação e condições climáticas do momento e após a produção da silagem. Quando esses fatores são ignorados há comprometimento de todo o sistema produtivo, podendo ocorrer redução na vida útil do material, na ingestão e desempenho dos animais, aumentando o descarte e a quantidade de resíduos, refletindo diretamente no custo final de produção (LANYON et al., 2004).

A utilização de filmes plásticos de melhor qualidade e com capacidade de barreira é eficaz e pode ser a garantia para diminuir a deterioração da silagem e melhorar o desempenho dos animais alimentados com este volumoso (AMARAL et al., 2014; LIMA et., 2017).

## **2.7 Alimentação e desempenho animal**

O sucesso do processo de conservação da forragem estende-se até o momento de desabastecimento do silo e alimentação dos animais, buscando garantir que o volumoso que será ofertado apresente bom valor nutritivo associado à alta qualidade sanitária, refletindo diretamente no desempenho produtivo dos bovinos (SILVA et al., 2015).

A vedação tem papel determinante na eficiência do processo fermentativo, silagens mal vedadas apresentam redução da qualidade nutricional e consumo de matéria seca, contribuindo para o aumento de problemas metabólicos e sanitários do rebanho, devido ao processo de deterioração aeróbica (WINKINSON e FENLON, 2014; TABACCO et al., 2011).

O crescimento e multiplicação de leveduras que levam à deterioração da forragem ensilada pode ocorrer durante todo o processo fermentativo quando há condições propícias, que ocorrem principalmente na superfície e laterais dos silos, desencadeando consumo de carboidratos solúveis e piora da qualidade nutricional (NEUMANN et al., 2017; TABACCO e BORREANI, 2002). A inclusão de silagem deteriorada na alimentação de animais reduz drasticamente a ingestão de matéria seca e o aproveitamento da dieta por conta da diminuída digestibilidade das fibras, fatores determinantes para produção de carne e leite (FERRARETTO e SHAVER, 2015; GERLACH et al., 2013).

O fornecimento de alimento conservado de qualidade reflete diretamente na conversão desse volumoso em carne e leite, porém quando a vedação é negligenciada pode ocorrer redução dos índices produtivos, demonstrando a importância dessa prática durante o processo de ensilagem. Diversos autores relatam a melhoria da produção quando alcançou-se condições satisfatórias de anaerobiose devido à correta vedação (AMARAL et al., 2014; BISPO et al., 2013; LIMA et al., 2017; NEUMANN et al., 2017; NEUMANN et al., 2018; TABACCO et al., 2011).

A viabilidade econômica da atividade é um dos fatores mais impactantes dentro dos sistemas produtivos de bovinos, portanto se faz necessário estabelecer a relação entre o custo da vedação e o seu retorno em melhoria na ingestão de matéria seca, digestibilidade e



desempenho animal (MACHADO, 2019). Filmes plásticos com elevada tecnologia refletem em custo de aquisição mais elevado, porém trazem maior retorno financeiro devido a melhor conservação da forragem e utilização animal (BORREANI e TABACCO, 2014).

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da revisão apresentada, conclui-se que a vedação e os filmes plásticos utilizados exercem grande influencia no sucesso da conservação da silagem porém, muitas vezes são negligenciado pelos produtores. Os filmes plásticos com novas tecnologias apresentam grande potencial de conservação da qualidade e redução de perdas, podendo agir positivamente no desempenho dos animais.

Embora o processo de vedação seja um procedimento bem estabelecido na conservação de forragens, ainda necessita-se de estudos relacionados ao tema, afim de testar a eficiência de novos filmes plásticos disponíveis no mercado, adequando a necessidade e a realidade das fazendas brasileiras.

As pesquisas direcionadas à maximização da produção agropecuária tem sido desenvolvidas com o intuito de tornar os sistemas produtivos mais sustentáveis. Um dos objetivos é a redução da quantidade de plástico utilizada na agricultura, em embalagens, implementos e na vedação de silos. Portanto, ao se realizar estudos que visam buscar filmes com materiais mais eficientes e resistentes na conservação de silagens promovem a redução do descarte de plásticos na natureza.

Afim de reduzir a utilização de polímeros sintéticos, a pesquisa científica tem se dedicada à produção de filmes de polímero biodegradáveis derivados de fontes naturais. Uma alternativa ao filme plástico é o uso de filmes comestíveis que podem fornecer proteção contra à infiltração de O<sub>2</sub> e também fornecer valor nutritivo no momento do preparo da dieta.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, R.C.; SANTOS, M.C.; DANIEL, J.L.P.; SÁ NETO, A.; BISPO, A. W.; CABEZAS-GARCIA, E. H.; NUSSIO, L.G. The influence of covering methods on the nutritive value of corn silage for lactating dairy cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 43, p. 471–478, 2014.

BERGER, L.L. Covering Bunker silos. In: **Tri-State Dairy Nutrition Conference**, Indiana: 2005, p. 45-49.

BERGER, L.L.; BOLSEN, K.K. Sealing strategies for bunker silos and drive-over piles. **In: Proc. Silage for dairy farms: Growing, harvesting, storing, and feeding**. New York: NRAES Publ. v.181, [s/n], p. 266-283, 2006.

BERNARDES, T.F. Advances in Silage Sealing. In: DA SILVA, T.; SANTOS, E.M. **Advances in Silage Production and Utilization**. Rijeka, Croatia: InTech, 2016, p. 53-62.

BERNARDES, T.F.; DANIEL, J.L.P.; ADESOGAN, A.T.; MCALLISTER, T.A.; DROUIN, P.; NUSSIO, L.G.; CAI, Y. Silage review: Unique challenges of silages made in hot and cold regions. **Journal of Dairy Science**, v. 101, p. 4001–4019, 2018.

BERNARDES, T.F.; NUSSIO, L.G.; AMARAL, R.C. Top spoilage losses in maize silage sealed with plastic films with different permeabilities to oxygen. **Grass and Forage Science**, v. 67, n. 1, p. 34-42, 2012.

BISPO, A.W.; JUNGES, D.; CUSTÓDIO, L.; LIMA, J.R.; KLEINSHMITT, C.; DANIEL, J.L.P.; SANTOS, M.C.; NUSSIO, L.G. Performance of dairy cows fed diets containing corn silage from silos with different sealing strategies. In: III International Symposium on Forage Quality and Conservation, 3., 2013. **Proceedings...** Campinas, Brazil. 2013. p. 1–2.

BOLSEN, K. K. Issues of top spoilage losses in horizontal silos. **Silage: field to feedbunk**, p.137-150, 1997.

BOLTON, K; HOLMES, B.J. Management of bunker silos and silage piles. **University of Wisconsin**, Madison, p.1-23, 2004.

BORREANI, G.; DOLCI, P.; TABACCO, E.; COCOLIN, L. Aerobic deterioration stimulates outgrowth of spore-forming *Paenibacillus* in corn silage stored under oxygen-barrier or polyethylene films. **Journal Dairy Science**, v.96, p.5206–5216, 2013.

BORREANI, G.; PIANO, S.; TABACCO, E. Aerobic stability of maize silage stored under plastic films with different oxygen permeability. **Journal Science Food Agriculture**, v.94, p.2684–2690, 2014.

BORREANI, G.; TABACCO, E. Low permeability to oxygen of a new barrier film prevents butyric acid bacteria spore formation in farm maize silage. **Journal Dairy Science**. v. 91, p. 4272–4281, 2008.

BORREANI, G.; TABACCO, E. The relationship of silage temperature with the microbiological status of the face of corn silage bunkers. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 6, p. 2620-2629, 2010.

BORREANI, G.; TABACCO, E.; CAVALLARIN, L. A new oxygen barrier film reduces aerobic deterioration in farm-scale corn silage. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 10, p. 4701-4706, 2007.

BORREANI, G.; TABACCO, E.; DE ANGELIS, D. Special EVOH: based films improve quality and sanity of farm corn silage. In: **Agricultural Film**. Barcelona, Spain, pp. 1–15, 2011.

BORREANI, G.; TABACCO, E.; Special EVOH films with lowered oxygen permeability reduce dry matter losses and increase aerobic stability of farm maize silages. In: XVI International Silage Conference, 16., 2012. Finland, **Proceedings...** Finland: Agrifood Research Finland, 2012, p. 302–303.

BORREANI, G.; TABACCO, E. Plastics in animal production. In: **A Guide to the Manufacture, Performance, and Potential of Plastics in Agriculture**. M. ORZOLEK, Elsevier Ltd: Amsterdam, Pages 145–185. 2017.

CAVALLARIN, L.; TABACCO, E.; ANTONIAZZI, S.; BORREANI, G. Aflatoxin accumulation in whole crop maize silage as a result of aerobic exposure. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.91, n.13, p.2419-2425, 2011.

DANIEL, J.L.P.; BERNARDES, T.F.; JOBIM, C.C.; SCHMIDT, P.; NUSSIO, L.G. (2019). Production and utilization of silages in tropical areas with focus on Brazil. **Grass and Forage Science**, v. 74, p. 2, p. 188-200, 2019.

DEGANO, L. Improvement of silage quality by innovative covering system. In: XII Internacional Silage Conference, 12., 1999., Uppsala, **Proceedings...Uppsala**:. British Grassland Society,. 1999, p. 296-297.

DOLCI, P.; TABACCO, E.; COCOLIN, L.; BORREANI, G. Microbial dynamics during aerobic exposure of corn silage stored under oxygen barrier or polyethylene films. **Applied Environmental Microbiology**, v. 77, p. 7499–7507, 2011.

FERRARETTO, L.F.; SHAVER R.D. Effects of whole-plant corn silage hybrid type on intake, digestion, ruminal fermentation, and lactation performance by dairy cows through a meta-analysis. **Journal of Dairy Science**, v.98, n.4, p.2662-2675, 2015.

FRICK, R. Aptitude des films d'enrubannage pour l'ensilage des bales. in: Rapport FAT, n. 615. Station Fédérale de Recherches en Economie et Technologie Agricoles (FAT), Tanikon, Swiss. pp. 16. 2004.

GERLACH, K.; ROß, F.; WEIß, K.; BÜSCHER, W.; SÜDEKUM, K. H. Changes in maize silage fermentation products during aerobic deterioration and effects on dry matter intake by goats. **Agricultural and Food Science**, v.22, n.1, 168-181, 2013.

HONIG, H. Reducing losses during storage and unloading of silage. In: Forage Conservation Towards, 1991, Braunschweig. **Anais...** Völkenrode: Centro Federal de Pesquisa Agrícola Braunschweig-, 1991, p. 116-128.

JASTER, E.H. Legume and Grass silage preservation. In: MOORE, K. J.; KRAL, D. M.; VINEY, M. K.: **Post-harvest physiology and preservation of forages** , Wisconsin: American Society of Agronomy, 1995. p.91-115.

KUNG JUNIOR, L. What's New in Silage Management. **University of Delaware**, Newark. p.159-165, 2005.

KUZIN, V.; SAVOIE, P. Modeling air infiltration in bunker silos to optimize the cover. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, n. 1, p. 1-9, 2001.

LANES, E.C.D.M.; OLIVEIRA, J.S.; LOPES, F.C.F.; VILLANI, E.M. Silagem de milho como alimento para o período da estiagem: como produzir e garantir boa qualidade. **CES Revista**, p. 97-111, 2006.

LANYON, J.E.; GARTHE, J.; HEINRICHS, A.J. **Reducing mosquito breeding sites when using waste tires as anchors for bunker silo covers**. The Pennsylvania State University, Pensilvânia, v. 112, 2004.

LEITE FILHO, J.R.A. **Avaliações em diferentes silos de superfície elaborados a campo no sul do estado do Paraná**. Curitiba, 42 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Veterinárias, Produção Animal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

MACHADO, J. **Filmes de vedação na conservação de silagem de milho para bovinos de corte em terminação**. Maringá, 34 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de PósGraduação em Zootecnia, Produção Animal, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2019.

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

MCDONELL, E. E.; KUNG JUNIOR, L. **An update on covering bunker silos**, University of Delaware, Newark, p. 1-12, 2006.

MCGECHAN, M.B.; WILLIAMS, A.G. A model of air infiltration losses during silage storage. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 57, n. 4, p. 237-249, 1994.

MEDEIROS, R.S.; GOMES, R.C.; BUNGENSTAB, D.J. **Nutrição de Bovinos de corte: Fundamentos e Aplicações**. Brasília: Embrapa, 2015.

MERRY, R.J.; LOWES, K.F.; WINTERS, A. Current and future approaches to biocontrol in silage. In: Internacional Symposium Forage Conservation, 8., 1997, Brno, República Tcheca. **Proceedings...** Brno: Research Institute of Animal Nutrition, 1997. p. 17-27.

MUCK, R.; SHINNERS, K. Conserved forage (silage and hay): progress and priorities. In: XIX Internacional Grassland Congress, 19., 2001. São Paulo, **Proceedings...** São Paulo, 2001, p. 753-762.

NEUMANN, M.; FIGUEIRA JUNIOR, D.N.; BUMBIERIS JUNIOR, V. H.; UENO, R.K.; LEÃO, G.F.M. Ensilagem: estratégias visando maior produção de leite. In: Simpósio Brasileiro De Ruminantes Leiteiros (UDILEITE), 2014, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia. 2014, p. 130-166.

NEUMANN, M.; LEÃO, G. F. M.; ASKEL, E. J.; MARAFON, F.; FIGUEIRA, D. N.; POCZYNEK, M. Sealing type effect on corn silage quality in bunker silos. **Ciência Rural**, v.47, n.5, p. 1-6, 2017.

NEUMANN, M.; LEÃO, G.F.M.; SANTOS, L.C.; MARAFON, F.; ASKEL, E.J. Uso de dupla vedação em silagem de milho sobre o desempenho de novilhos confinados. **Revista de Ciências Agroveterinárias (Journal of Agroveterinary Sciences)**, v.17, n.1, p.100-106, 2018.

NEUMANN, M.; OLIVEIRA, M.; ZANETTE, P.; UENO, R.; MARAFON, F.; SOUZA, M. Aplicação de procedimentos técnicos na ensilagem do milho visando maior desempenho animal. In: Simpósio Produção E Utilização De Forragens Conservadas, 4, 2011, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá. 2011, p. 95-130.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; DIAS, F.N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: Simpósio Produção E Utilização De Forragens Conservadas, 1., 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá. 2001, p. 127-145.

OLIVEIRA, C.A.; MILLEN, D.D. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Animal Feed Science Technology** v. 197, 64-75, 2014.

PAHLOW, G.; MUCK, R. E.; DRIEHUIS, F.; ELFERINK, S.J.W.H.O; SPOELSTRA, S.F. Microbiology of ensiling. **Agronomy**, v. 42, p.31-94, 2003.

RÊGO, A.C.; OLIVEIRA, M.D.S.; SIGNORETTI, R.D. Importance of particle size and use of bactéria in inoculant silages. **Revista Colombiana de Ciência Animal**. v. 7, n.1, p. 88-99, 2015.

SANTOS, J. P. **Utilização de filme de baixa permeabilidade de oxigênio no revestimento nas paredes de silos trincheira**. 2015. 55 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Produção e Nutrição de Ruminantes, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

SAVOIE, P. Optimization of plastic covers for stack silos. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 41, n. 2, p. 65-73, 1988.

SAVOIE, P.; BERNIER-ROY, M.; PEDNEAULT, M.L.; AMYOT, A. Evaluation of apple pulp and peanut butter as alternative bunker silo covers. **Canadian Biosystems Engineering**, v. 45, p.2-17. 2003.

SILVA, M.S.J.D.; JOBIM, C.C.; POPPI, E.C.; TRES, T.T.; OSMARI, M.P. Production technology and quality of corn silage for feeding dairy cattle in Southern Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 4, n.9, 303-313, 2015.

SNELL, H. G. J.; OBERNDORFER, C., LÜCKE, W., E 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, n. 4, p. 342-350, 2002.

TABACCO, E.; BORREANI, G. Extent of aerobic deterioration in farm maize silage as affected by silo management. In: The International Silage Conference, 13, 2002, Auchincruive. **Anais...** Auchincruive, Escócia , 2002. p.178-179.

TABACCO, E.; RIGHI, F.; QUARANTELLI, A.; BORREANI, G. Dry matter and nutritional losses during aerobic deterioration of corn and sorghum silages as influenced by different lactic acid bacteria inocul. **Journal of Dairy Science**, v.94, n.3, p.1409-1419, 2011.

TOMICH, T.R. Qualidade na produção de silagens. In: VI Simpósio Mineiro E I Simpósio Nacional Sobre Nutrição De Gado De Leite, 6., 2012, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: FEPMVZ, 2012. p.87-115.

WEINBERG, Z. G.; ASHBELL, G. Engineering aspects of ensiling. **Biochemical Engineering Journal**, Bat Dagan, Israel, v. 13, n. 2-3, p. 181-188, 2003.

WEINBERG, Z.G.; MUCK, R.E. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. **FEMS Microbiology Reviews**, v. 19, n. 1, p. 53-68, 1996.

WILKINSON, J. M.; DAVIES, D. R. The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. **Grass and Forage Science**, v. 68, n. 1, p. 1-19, 2013.

WILKINSON, J.M.; BOLSEN, K.K.; LIN, C.J.; 2003. History of silage. In: BUXTON D.R.; MUCK, R.E; HARRISOON, H.J., ed. **Silage Science and Technology** (Agronomy Series N°. 42). American Society of Agronomy, Madison, WI. 2003, p. 1–30.

WILKINSON, J.M.; FENLON, J.S. A meta-analysis comparing standard polyethylene and oxygen barrier film in terms of losses during storage and aerobic stability of silage. **Grass Forage Science**, v. 69, 385–392, 2014.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito do uso de diferentes filmes plásticos dupla face sobre a qualidade da silagem de milho e sobre o desempenho de novilhos confinados.

### 4.2 Objetivos específicos

- 1) Verificar a influência de diferentes filmes plásticos dupla face em relação a composição bromatológica e características fermentativas de silagem de milho.
- 2) Avaliar a digestibilidade ruminal *in situ* da matéria seca e a taxa de degradação da matéria seca de silagens de milho vedadas com diferentes filmes plásticos dupla face.
- 3) Analisar o efeito de diferentes filmes plásticos nas perdas de matéria seca e estabilidade aeróbica de silagem de milho.
- 4) Avaliar o desempenho produtivo e qualidade de carcaça de novilhos confinados alimentados com silagem de milho vedadas com diferentes filmes plásticos dupla face.
- 5) Comparar o comportamento ingestivo de novilhos confinados alimentados com silagem de milho vedada com diferentes filmes plásticos.



Artigo submetido à revista Ciência Animal Brasileira-UFG

## **5. EFEITO DE DIFERENTES FILMES PLÁSTICOS DUPLA FACE SOBRE CARACTERÍSTICAS QUIMIOFERMENTATIVAS DA SILAGEM DE MILHO**

### **EFFECT OF DIFFERENT DOUBLE-SIDED PLASTIC FILMS ON CHEMIFERMENTATIVE CHARACTERISTICS OF CORN SILAGE**

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de diferentes filmes plásticos dupla face sobre as características quimiofermentativas, digestibilidade da matéria seca, estabilidade aeróbica, perdas físicas e de matéria seca de silagens de milho armazenadas em silos trincheira. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, compostos por três tratamentos: DF110 $\mu\text{m}$  - polietileno dupla face com espessura de 110  $\mu\text{m}$ ; DF200 $\mu\text{m}$  - polietileno dupla face com espessura de 200  $\mu\text{m}$ ; e DFBO - película impermeável ao oxigênio composta de polietileno dupla face com espessura de 80  $\mu\text{m}$  sobreposta a uma película de poliamida translúcida a vácuo com espessura de 20  $\mu\text{m}$ . O uso do filme DF200 $\mu\text{m}$  aumentou em 4,58% a digestibilidade ruminal da matéria seca e reduziu em 3,1 °C a temperatura da silagem, assim como as perdas físicas da silagem de milho foram reduzidas em 118,9 g kg<sup>-1</sup> da MS pela utilização do DFBO e 95 g kg<sup>-1</sup> da MS com o DF200 $\mu\text{m}$ , o DFBO apresentou a maior estabilidade aeróbica (127 horas) da silagem de milho. O uso de filme DF200 $\mu\text{m}$  e DFBO é recomendado para conservação de silagem de milho em silos do tipo trincheira.

**Palavras-chave:** Barreira de oxigênio; digestibilidade da matéria seca; estabilidade aeróbica; perdas de matéria seca; poliamida.

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate the efficiency of different double plastic films on the chemofermentative characteristics, dry matter digestibility, aerobic stability, physical and dry matter losses of corn silages stored in bunker silos sealed with different double face plastic films. The experimental design used was completely randomized, composed by three treatments: DF110 $\mu\text{m}$  - double face polyethylene with a thickness of 110  $\mu\text{m}$ ; DF200 $\mu\text{m}$  - double face polyethylene with a thickness of 200  $\mu\text{m}$ ; and DFBO - oxygen impermeable film composed of double face polyethylene with a thickness of 80  $\mu\text{m}$  superimposed on a vacuum translucent polyamide film with a thickness of 20  $\mu\text{m}$ . The use of DF200 $\mu\text{m}$  film increased by 4.58% the ruminal digestibility of dry matter and reduced the silage temperature by 3.16 °C. The physical losses of corn silage were reduced by 118.9 g kg<sup>-1</sup> of MS by the use of DFBO and 95 g kg<sup>-1</sup> of MS with DF200 $\mu\text{m}$ , the DFBO showed the highest aerobic stability (127 hours) of corn silage. The use of film DF200 $\mu\text{m}$  and DFBO is recommended for conservation of corn silage in bunker silos.

**Keywords:** Oxygen barrier; dry matter digestibility; aerobic stability; dry matter losses; polyamide.

## INTRODUÇÃO

A silagem de milho é o volumoso mais utilizado para alimentação de bovinos confinados, devido ao ótimo potencial produtivo de matéria seca e valor nutritivo<sup>(1)</sup>. No entanto, o processo de ensilagem exige condições específicas para uma correta fermentação e conservação desta forragem, principalmente sob a obtenção de um ambiente anaeróbico no silo de armazenamento<sup>(2)</sup>.

A obtenção da anaerobiose no interior do silo é dependente de inúmeros fatores<sup>(3)</sup>, sendo que, a vedação e a escolha do filme plástico utilizado no silo estão intimamente ligados à qualidade bromatológica e digestibilidade da silagem resultante, impactando diretamente no aproveitamento e desempenho dos animais<sup>(4, 5, 6, 7)</sup>.

Utilizar filmes plásticos a base de polietileno para vedar silos foi considerado um grande marco na produção de alimentos conservados, permitindo isolar o alimento depositado no silo das variações de temperatura, chuva e do oxigênio<sup>(4)</sup>. Os filmes plásticos de qualidade devem ser impermeáveis ao oxigênio e a água, possuir boa capacidade de isolamento, ser resistente e com alta durabilidade, atributos indispensáveis na vedação<sup>(8)</sup>.

No entanto, o uso isolado do polietileno é incapaz de barrar totalmente o oxigênio, fato que pode gerar alterações durante o processo de fermentação e conservação da silagem, resultando em deterioração aeróbica que acarreta em perdas significativas<sup>(9)</sup>. Buscando sanar esta problemática, a combinação entre polímeros plásticos como a poliamida com o polietileno, por meio do processo de extrusão, tornou-se uma alternativa, pois combina a capacidade de barreira da poliamida à boa resistência mecânica do polietileno<sup>(3)</sup>.

Mensurar as perdas geradas pela ineficiência no sistema de vedação se tornou indispensável para alcançar sucesso em sistemas produtivos, nos quais se utiliza a silagem como principal volumoso, porém há poucos trabalhos que investigam a influência do tipo de vedação em sistemas produtivos de corte no Brasil.

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da vedação com diferentes filmes plásticos dupla face sobre as características quimiofermentativas, digestibilidade da matéria seca, estabilidade aeróbica, perdas físicas e de matéria seca de silagens de milho armazenadas em silos trincheira.

## MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos experimentais foram previamente submetidos à apreciação do Comitê de Conduta Ética no Uso de Animais em Experimentação (CEUA) da UNICENTRO, tendo sido aprovados para execução (Ofício nº 021/2018).

O experimento foi realizado no Núcleo de Produção Animal da Universidade Estadual do Centro-Oeste na cidade de Guarapuava-PR, com clima da região conforme classificação de Köppen é do tipo subtropical mesotérmico úmido (Cfb), sem estação seca, com verões frescos e inverno moderado, em altitude aproximada de 1.100 m, com precipitação média anual de 1.944 mm, temperatura média mínima anual de 12,7° C e média máxima anual de 23,5° C com umidade relativa do ar de 77,9%.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Bruno Típico<sup>(10)</sup> e a área de cultivo do milho vem sendo utilizada nos últimos anos com pastagens de ciclo anual na estação de inverno e lavouras de milho na estação de verão, recebendo a cada estação de cultivo, adubações com nitrogênio, fósforo e potássio, conforme as recomendações da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo<sup>(11)</sup>.

A lavoura de milho (*Zea mays*, L.) foi implantada em 02/11/2017, utilizando sementes do híbrido Maximus Viptera 3 (Syngenta<sup>®</sup>), de ciclo precoce, com finalidade de produzir grãos e silagem, tendo os grãos textura dura e biotecnologia de resistência à *Glyphosate*. A semeadura foi em sistema de plantio direto, utilizando-se espaçamento entre linhas de 0,80 m, profundidade de semeadura de 0,04 m e distribuição de 5 sementes por metro linear, visando população final de 62.500 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

A adubação de base utilizada foi de 500 kg ha<sup>-1</sup> com o fertilizante 12-31-17 (N-P-K) e a adubação em cobertura com 500 kg ha<sup>-1</sup> com o fertilizante Nitrosulfocálcio fórmula 27-00-00 + S, que possui em sua composição os nutrientes (27% N, 5% Ca, 3,7% S), sendo o produto comercial Yara Bela Plus<sup>®</sup>. O manejo anterior à implantação da cultura do milho se baseou no controle de plantas indesejáveis e insetos pelo método químico utilizando o herbicida a base de *Glyphosate* (produto comercial Roundup WG<sup>®</sup>: 2 kg ha<sup>-1</sup>), *Imidacloprido* + *Beta-ciflutrina* (produto comercial Connect<sup>®</sup>: 0,75 L ha<sup>-1</sup>) e óleo mineral (produto comercial Nimbus<sup>®</sup>: 0,5 L ha<sup>-1</sup>). Já no controle em pós-emergência foi utilizado *Atrazine* + *Simazine* (produto comercial Primatop<sup>®</sup>: 3 L ha<sup>-1</sup>), *Nicosulfuron* (produto comercial Nortox<sup>®</sup>: 0,7 L ha<sup>-1</sup>) e *Alfa-cipermetrina* (produto comercial Imunit<sup>®</sup>: 0,18 L ha<sup>-1</sup>), mediante laudo técnico da lavoura. A aplicação de inseticida se deu com *Thioacetimidate* 216 g L<sup>-1</sup> + *Metanol* 383,5 g L<sup>-1</sup> (produto comercial Bazuka<sup>®</sup> 216 SL dose de 0,60 L ha<sup>-1</sup>).

Previamente a confecção da silagem, amostras da planta inteira e dos componentes estruturais: colmo, folhas, brácteas mais sabugo e grãos (material original), em fase reprodutiva R5 (fase de grão duro) foram obtidas de forma homogênea e representativa, pesadas e pré-secas em estufa de ar forçado a 55° C. Após 72 horas de secagem, foram pesadas novamente para determinação do teor de matéria seca (MS), conforme AOAC<sup>(12)</sup>. Tal procedimento permitiu estimar o potencial produtivo de produção de biomassa verde (kg ha<sup>-1</sup>) e de matéria seca ensilável (kg ha<sup>-1</sup>), assim como, a estrutura física da planta e os valores de matéria seca da planta e de seus componentes estruturais para caracterização agrônômica da lavoura. Também foram determinadas a altura da inserção da primeira espiga, a altura da planta (m) e o número de folhas secas por planta (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização agrônômica da planta de milho no momento da ensilagem (Safrá 2017/2018).

Parâmetro	Valor médio
Produção de biomassa verde (kg ha <sup>-1</sup> )	63.953
Produção de biomassa seca (kg ha <sup>-1</sup> )	23.944
Altura de inserção da primeira espiga (m)	1,22
Altura de planta (m)	2,15
Número de folhas secas por planta	4,68
Teores de matéria seca (g kg <sup>-1</sup> ):	
Colmo	201,70
Folhas	307,30
Brácteas	355,70
Sabugo	359,00
Grãos	651,30
Planta inteira	374,30
Planta sem grãos	262,10
Composição física da planta (g kg <sup>-1</sup> ):	
Colmo	153,40
Folhas	255,80
Brácteas	105,70
Sabugo	83,50
Grãos	506,40

A colheita das plantas de milho foi realizada aos 145 dias pós-emergência, em estágio fenológico de grão duro (R5), com auxílio de uma colhedora de forragens de precisão JF<sup>®</sup> modelo C-120 AT S2, com altura de corte de 20 cm e distribuição de tamanho médio de partícula com proporção de 2,5% na primeira peneira (>1,9 cm), 52,5% na segunda peneira (1,9-0,7 cm) e 44,0% na terceira peneira (<0,7 cm).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, composto por três tratamentos: DF110µm - polietileno dupla face com espessura de 110 µm; DF200µm - polietileno dupla face com espessura de 200 µm; e DFBO - película impermeável ao oxigênio composta de polietileno dupla face com espessura de 80 µm sobreposta a uma película de poliamida translúcida a vácuo com espessura de 20 µm, com quatro repetições cada.

O DF110µm consistiu na utilização de filme plástico dupla face, composto de polietileno com 110 µm de espessura, Plus Agrolord<sup>®</sup>, da empresa Basso Pancote. O DF200µm consistiu na utilização de um filme plástico dupla face, de polietileno com espessura 200 µm, da empresa Carga Pesada<sup>®</sup>. Já para o DFBO, utilizou-se o filme plástico Polydress<sup>®</sup> O<sub>2</sub>Barrier 2IN1, da empresa RKW,

que possui uma camada de 80 µm de um filme protetor composta de polietileno, sobreposta a uma camada de filme vácuo translúcido de poliamida com espessura de 20 µm que garante a impermeabilidade ao oxigênio.

A abertura dos silos ocorreu simultaneamente, aos 75 dias após a ensilagem, e o manejo no desabastecimento constou da retirada diária de 0,15 m e o período de desensilagem ocorreu por 100 dias. Os silos utilizados eram do tipo trincheira, sendo que cada silo constou de uma repetição, foram utilizados 12 silos trincheira com 15 metros de comprimento, 1,2 metros de altura e 1,2 metros de largura.

Para estimar as perdas de matéria seca, foram alocados 24 bags no interior dos silos experimentais durante a ensilagem conforme proposto por Neumann et al.<sup>(13)</sup>. Os bags foram distribuídos de acordo com cada tratamento e cada repetição, e foram preenchidos de forma homogênea com material original e peso conhecido. A designação de bags refere-se a um saco de náilon maleável 100% poliamida, com poros de 85 micrômetros, dimensões de 12 cm x 50 cm respectivamente de diâmetro e comprimento. Cada bag foi identificado, pesado individualmente vazio, e novamente pesado após seu enchimento. Para vedar os bags foram utilizados lacres do tipo braçadeira flexível de PVC. A massa específica final da silagem contida nos bags foi submetida ao mesmo procedimento de compactação que o material original contido nos silos, com auxílio de um trator afim de garantir a mesma compactação entre material original dos bags e do silo.

Mensurações de temperatura das silagens foram realizadas em 6 pontos da face de cada silo, sendo coletadas às 06:00, 12:00 e 16:00 horas, assim como a temperatura ambiente, com uso de termômetro digital de haste metálica, temporizador e amplitude de leitura corrente entre -50 a 250°C. As mensurações de temperatura na silagem, foram realizadas antes da retirada da silagem sob profundidade de 7 cm na massa estruturada na face dos silos. O gradiente de temperatura (GT) foi obtido pela diferença encontrada entre a temperatura do meio ambiente com a temperatura das silagens avaliadas. No mesmo período, leituras de pH também foram diariamente realizadas às 6:00 horas, por meio do uso de potenciômetro digital de bancada, de acordo com a metodologia estabelecida por Cherney e Cherney<sup>(14)</sup>.

As perdas físicas da silagem foram estimadas diariamente durante o período experimental, por meio da pesagem da silagem considerada visivelmente deteriorada no momento do desabastecimento do silo que foram posteriormente descartadas. Os valores obtidos foram corrigidos para os teores de matéria seca semanal.

Duas vezes por semana durante o período de avaliação, amostras homogêneas de silagem do painel dos silos foram coletadas, pesadas e pré-secas em estufa de ar forçado a 55°C até obtenção de peso constante para determinação do teor parcial de matéria seca (MS), sendo sequencialmente moídas em moinho tipo “Wiley”, com peneira de malha de 1 mm. Nas amostras moídas foram determinados os teores de matéria seca total (MST) e de matéria mineral (MM) conforme Silva e Queiroz<sup>(15)</sup>.

Posteriormente determinou-se a matéria seca total em estufa a 105°C por 4 horas, a proteína bruta (PB) pelo método micro Kjeldahl e a matéria mineral (MM) por incineração a 550°C durante 4 horas conforme técnicas descritas em AOAC<sup>(12)</sup>. Os teores da fibra em detergente neutro (FDN) foram obtidos conforme método de Van Soest et al.<sup>(16)</sup> com  $\alpha$ -amilase termoestável e os teores da fibra em detergente ácido (FDA) e de lignina (LIG), segundo Goering & Van Soest<sup>(17)</sup>. Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados conforme equações propostas por Bolsen et al.<sup>(18)</sup>. Os teores de hemicelulose foram obtidos por diferença entre a FDN e FDA, assim como os teores de celulose foram obtidos da diferença entre FDA e lignina.

O valor relativo do alimento foi estimado por meio da equação  $VRA = [(\%NDT \times CMSPV) / 1,29] \times 100$ , sugerida por Bolsen et al.<sup>(18)</sup>. O consumo de matéria seca em porcentagem de peso vivo foi estimado via equação ( $CMSPV, \% = 120 / FDN$ ).

A digestibilidade ruminal da matéria seca e a taxa de desaparecimento ruminal da matéria seca das silagens foi estimada pela técnica *in situ* utilizando sacos de náilon medindo 12 cm x 8 cm e com poros de 40 a 60  $\mu$ m, contendo 5 g de amostra seca de cada material, moído a 1 mm, para posterior incubação no rúmen<sup>(19)</sup>. Os tempos de incubação utilizados foram de 0, 6, 12, 24, 36, 48 e 168 horas. Para tal, foram utilizados dois novilhos que estão alocados na Unidade Didática de Bovinocultura de Corte da Universidade Estadual do Centro-Oeste, e possuem 60 meses de idade, peso vivo médio de 650 kg, portadores de cânula ruminal que foi implantada pela técnica de ruminostomia, previamente aprovado pelo Comitê de Conduta Ética no Uso de Animais em Experimentação (CEUA/UNICENTRO), sob o ofício nº 030/2014.

A determinação do perfil fermentativo foi realizada conforme metodologia descrita por Price<sup>(20)</sup>. A concentração do ácido acético nas amostras foram determinadas por cromatografia gasosa utilizando um cromatógrafo Shimadzu<sup>®</sup> GC-2010 Plus equipado com injetor automático AOC-20i, coluna capilar Stabilwax-DA<sup>™</sup> (30 m, 0,25 mm ID, 0,25 $\mu$ m df, Restek<sup>®</sup>) e detector de ionização de chama (FID), após acidificação das mesmas com 1 M de ácido fosfórico p.a. (Ref. 100573, Merck<sup>®</sup>) e fortificação com o padrão WSFA-2 (Ref. 47056, Supelco<sup>®</sup>). A amostra coletada da silagem de cada tipo de vedação foi de 15 g as quais foram homogeneizadas por meio de um liquidificador com 200 mL de água destilada. Após a homogeneização de um minuto a amostra foi peneirada e centrifugada, sendo retirada dela o volume de 1  $\mu$ L. Nesta amostra foi injetada com taxa de split de 40:1, utilizando hélio como gás de arraste à velocidade linear de 42 cm.s<sup>-1</sup>, obtendo-se a separação dos analitos em uma corrida cromatográfica de 11,5 minutos. As temperaturas do injetor e do detector foram, respectivamente, 250°C e 300°C e a temperatura inicial da coluna de 40°C. A rampa de temperatura da coluna se iniciou com um gradiente de 40 até 120°C à taxa de 40°C min<sup>-1</sup>, seguido de um gradiente de 120 até 180°C à taxa de 10°C min<sup>-1</sup> e de 180 a 240 °C à taxa de 120°C min<sup>-1</sup>, mantendo-se a temperatura a 240°C por mais 3 minutos ao final. Para a quantificação dos analitos, uma calibração do método foi feita com diluições do padrão WSFA-2 (Ref. 47056, Supelco<sup>®</sup>) de ácido acético glacial (Ref. 33209, Sigma-Aldrich<sup>®</sup>) e de etanol grau HPLC (Ref.

459828, Sigma-Aldrich<sup>®</sup>) analisadas sob as condições descritas acima. A detecção e a integração dos picos foram feitas utilizando-se o software GCsolution v. 2.42.00 (Shimadzu<sup>®</sup>).

A avaliação de estabilidade aeróbia foi realizada por meio de mensuração de temperatura e de pH. Em cada silo, a silagem foi descompactada para facilitar a exposição do material ensilado ao ar, conforme descrito por Kung Jr. et al.<sup>(21)</sup> e uma amostra de 400 g do material foi alocada em baldes com capacidade para 1 kg. A avaliação foi realizada 50 dias após a abertura do silo. Os baldes foram acondicionados em ambiente controlado, com temperatura programada para permanecer estável a 25°C, durante todo o tempo de avaliação. Para determinar a estabilidade aeróbia, diariamente (às 12 horas) foram realizadas leituras de temperatura e pH das silagens avaliadas. O tempo de avaliação foi mantido até 168 horas após o início da avaliação. A leitura da temperatura das silagens foi realizada utilizando um termômetro digital de haste longa modelo Gulterm 1001 inserido no centro da massa da silagem e as leituras de pH foram feitas por meio do uso de potenciômetro digital de bancada, de acordo com a metodologia estabelecida por Cherney e Cherney<sup>(14)</sup>. O critério para definição de quebra de estabilidade aeróbia foi considerado quando o pH aumentou em níveis acima de 0,5 unidades em até 168 horas de avaliação, conforme citado por Weinberg et al.<sup>(22)</sup>. Para quebra de estabilidade, por temperatura, considerou-se como perda da estabilidade aeróbica quando a temperatura do material ensilado excedeu em 2°C a temperatura ambiente conforme metodologia de Taylor e Kung Junior<sup>(23)</sup>.

Os dados coletados para cada variável foram submetidos à análise de variância com comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de significância, por intermédio do procedimento GLM do programa estatístico SAS<sup>(24)</sup>. Utilizou-se o seguinte modelo estatístico:  $Y_i = \mu + T_i + E_i$ , onde:  $Y_i$  = critério de resposta;  $\mu$  = média geral comum a todas as observações (constante);  $T_i$  = efeito do  $i$ -ésimo tratamento; e  $E_i$  = erro aleatório inerente a todas as observações.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão representados os dados de composição química das silagens de milho armazenadas em silos trincheiras vedadas com diferentes filmes plásticos dupla face. A substituição do filme DF110 $\mu$ m pelos filmes DF200 $\mu$ m e DFBO não influenciou a composição bromatológica da silagem de milho avaliada. Em trabalhos similares realizados por Neumann et al.<sup>(6)</sup> e Machado<sup>(25)</sup>, que avaliaram a composição nutricional da silagem de milho coberta com diferentes filmes a base de polietileno e filmes barreira de oxigênio também não foram observadas alterações na composição nutricional da silagem de milho.

A literatura estabelece que os filmes plásticos de polietileno são permeáveis ao oxigênio<sup>(3)</sup> e em elevadas temperaturas ambiente sua permeabilidade é aumentada elevando a entrada de oxigênio no silo e potencializando as perdas de nutrientes presentes na silagem, piorando a qualidade nutricional do alimento, gerando variações nas quantidades de matéria seca e proteína bruta da

silagem<sup>(26)</sup>, porém as temperaturas amenas típicas da região onde o trabalho foi executado podem ter atenuado a penetração de oxigênio nos filmes que possuíam apenas polietileno na sua composição, não causando alterações nas características químicas da silagem.

O valor relativo do alimento diferiu estatisticamente ( $P < 0,05$ ) conforme o tipo de vedação. A silagem proveniente da vedação com o filme DF200 $\mu$ m apresentou o maior valor de VRA que diferiu em relação à DF110 $\mu$ m (152,5 e 149,5, respectivamente), enquanto para a silagem coberta com o DFBO o valor de VRA (151,2) não diferiu dos demais filmes plásticos.

Tabela 2. Composição química e valores médios de perdas de matéria seca de silagens de milho armazenada em silos trincheira vedados com diferentes filmes plásticos dupla face.

Parâmetro*	Filmes Plásticos			Média	P	EPM
	DF110 $\mu$ m	DF200 $\mu$ m	DFBO			
MS (g kg <sup>-1</sup> )	420,7 a	426,1 a	415,5 a	420,8	0,1291	0,1761
MM (g kg MS <sup>-1</sup> )	23,1 a	23,2 a	24,0 a	23,4	0,6082	0,0393
PB (g kg MS <sup>-1</sup> )	67,7 a	67,9 a	72,6 a	69,4	0,2060	0,1128
FDN (g kg MS <sup>-1</sup> )	536,7 a	529,2 a	535,4 a	533,8	0,6100	0,3113
HEM (g kg MS <sup>-1</sup> )	236,3 a	235,5 a	244,2 a	238,7	0,3546	0,2488
FDA (g kg MS <sup>-1</sup> )	300,3 a	293,8 a	291,2 a	295,1	0,2710	0,2113
CEL (g kg MS <sup>-1</sup> )	248,5 a	243,5 a	239,9 a	244,0	0,2067	0,1733
LIG (g kg MS <sup>-1</sup> )	51,9 a	50,3 a	51,4 a	51,2	0,7767	0,0919
CMS (% PV)	2,24 a	2,27 a	2,24 a	2,25	0,5511	0,0124
NDT (g kg <sup>-1</sup> )	668,2 a	672,8 a	674,5 a	671,8	0,2667	0,1590
VRA (% da MS)	149,5 b	152,5 a	151,2 ab	151,1	0,0423	0,6499
PMS (% da MS)	6,82 a	6,60 a	7,29 a	6,90	0,8961	0,4109

\* MS: matéria seca; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; HEM: hemicelulose; FDA: fibra em detergente ácido; CEL: celulose; LIG: lignina; CMS: consumo de matéria seca; NDT: nutrientes digestíveis totais; VRA: valor relativo do alimento; PMS: perda de matéria seca.

Médias, seguidas por letras minúsculas diferentes na linha, diferem entre si pelo Teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

A perda de matéria seca das silagens de milho (Tabela 2) não apresentou diferença estatística ( $P > 0,05$ ) entre os filmes dupla face utilizados na vedação, resultado que diverge do esperado e relatado na literatura.

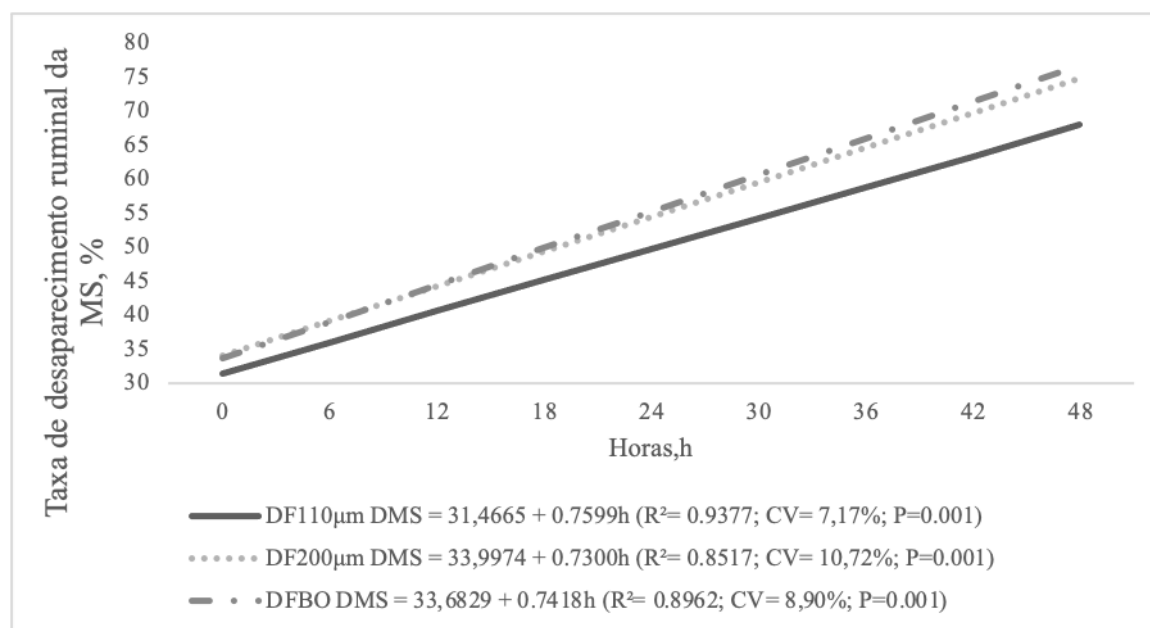
De acordo com Borreani e Tabacco<sup>(4)</sup> e Neumann et al.<sup>(6)</sup> a redução das perdas de matéria seca é atribuída à impermeabilidade do filme plástico ao oxigênio. Wilkinson e Fenlon<sup>(9)</sup>, relatam grande variação nas perdas de matéria seca em função do material utilizado para a vedação dos silos, e também destacam a camada superior do silo e/ou regiões periféricas como as mais suscetíveis às perdas de MS, por conta da maior exposição ao oxigênio.



Bernardes et al.<sup>(27)</sup> relatam que filmes barreira de oxigênio com poliamida em sua composição reduziram 5,6 pontos percentuais a perda de MS em relação a vedação com filme a base de polietileno. Enquanto Machado<sup>(25)</sup> encontrou redução de 1,76 vezes para comparação semelhante.

Neumann et al.<sup>(6)</sup> relatam perdas de 14,36% para silagem coberta com filme de polietileno e de 11,21% de perdas para silagem que utilizou na vedação filme com característica de barreira, e também demonstram a eficiência de recuperação da matéria seca com a utilização de filme barreira que foi 7,54 % maior na camada superior em comparação ao filme de polietileno, demonstrando a eficiência do filme plástico em barrar o oxigênio.

A taxa de desaparecimento ruminal da matéria seca representada na Figura 1 foi influenciada pelos diferentes filmes plásticos utilizados na vedação das silagens e apresentaram comportamento linear crescente conforme avanço dos tempos de incubação ruminal. Observa-se que os filmes DF200 $\mu$ m e DFBO propiciaram as maiores taxas de degradação inicial (33,99% e 33,68%, respectivamente) e degradação em 48 horas da silagem de milho (74,80% e 76,70%, respectivamente), destacando-se em relação à silagem armazenada com filme DF110 $\mu$ m.



**Figura 1.** Taxa de desaparecimento ruminal *in situ* da matéria seca de silagens de milho armazenadas em silos trincheira vedadas com diferentes filmes plásticos dupla face.

O DF110 $\mu$ m apresentou a maior taxa (0,7599h<sup>-1</sup>), enquanto que as silagens vedadas com os filmes DF200 $\mu$ m e DFBO apresentaram valores próximos (0,7300h<sup>-1</sup> e 0,7418h<sup>-1</sup>). Porém em relação à porção solúvel representada na Figura 1 pela hora 0, a DF110 $\mu$ m apresentou a menor porção solúvel (31,4665) em comparação aos demais filmes avaliados, resultado que impacta o desaparecimento ruminal em 48 horas, pois apesar da DF110 $\mu$ m apresentar a maior taxa de desaparecimento ruminal hora<sup>-1</sup>, a silagem com esta vedação obteve desaparecimento ruminal da matéria seca 11,43% inferior ao DFBO e 9,30% inferior ao DF200 $\mu$ m. Estes valores referendam a melhor capacidade desses filmes plásticos em conservar as frações solúveis, devido ao rápido estabelecimento da condição de anaerobiose e queda do pH, cessando a quebra desses carboidratos

por meio de processos fisiológicos pertinentes à planta e à atividade de microrganismos aeróbicos, somado a melhoria de digestibilidade da fibra<sup>(8, 6)</sup>.

A maior taxa de desaparecimento ruminal reflete de forma direta na redução de custos com alimentação devido ao melhor aproveitamento da silagem fornecida, colaborando para viabilizar a implementação do uso de filmes plásticos com maior custo agregado<sup>(4,5)</sup>.

O índice de pH das silagens de milho apresentado na Tabela 3 também sofreu influência conforme o tipo de filme utilizado na vedação dos silos ( $P < 0,05$ ). O filme DF110 $\mu$ m resultou na obtenção da silagem com o maior ( $P < 0,05$ ) índice de pH (4,12) em relação ao DF200 $\mu$ m (4,04) e DFBO (4,02), os quais não diferem entre si.

Tabela 3. Perfil fermentativo das silagens de milho armazenadas em silos trincheira vedadas com diferentes filmes plásticos dupla face.

Parâmetro	Filmes Plásticos			Média	P	EPM
	DF110 $\mu$ m	DF200 $\mu$ m	DFBO			
	(g kg <sup>-1</sup> de MS)					
pH, (índice)	4,12 a	4,04 b	4,02 b	4,06	0,0443	0,0148
Ácido Acético	4,75 a	4,40 a	5,10 a	4,75	0,7225	0,2102
Ácido Propanoico	0,48 a	0,49 a	0,53 a	0,50	0,8450	0,0295
Etanol	1,31 a	1,05 b	1,17 b	1,18	0,0416	0,0151

Médias na linha, seguidas por letras minúsculas diferentes, diferem entre si pelo Teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

Índices mais elevados de pH tem relação direta com o desenvolvimento de fungos filamentosos e leveduras que usam como substrato para seu desenvolvimento principalmente o ácido láctico, resultando em aumento nos valores de pH e temperatura. Isso culmina na perda da estabilidade aeróbia, visto que este ácido é o principal responsável pela diminuição do pH, que na planta no momento do corte está em torno de valores próximos a 6 e deve ser reduzido a valores próximos de 4 para boa conservação da silagem<sup>(28, 29, 9)</sup>. A presença de oxigênio no silo é um dos principais fatores que desencadeiam o desenvolvimento destes microrganismos<sup>(28)</sup>, e o filme plástico utilizado para vedar os silos pode se tornar a principal porta de entrada de oxigênio no material ensilado, reduzindo assim a concentração de gás carbônico no interior do silo e a eficiência de conservação da forragem<sup>(4, 30)</sup>.

Os diferentes filmes plásticos não promoveram alterações nos teores de ácido acético e ácido propanoico (Tabela 3). Os valores de ácido acético dentro da concentração típica para este ácido, que é em torno de 4 g kg<sup>-1</sup> MS<sup>(31)</sup>. Porém para Kung Junior et al.<sup>(32)</sup> os valores para o ácido acético da silagem de milho são em torno de 1 a 3 g kg<sup>-1</sup> MS. Os valores recomendados pelos autores são inferiores aos obtidos no presente estudo. Ainda de acordo com Daniel et al.<sup>(26)</sup> valores em torno de 1 a 3 g kg<sup>-1</sup> MS de ácido acético estão relacionados a resistência de deterioração aeróbica, porém

valores acima de 4 g kg<sup>-1</sup> MS podem ser prejudiciais, causando aumento na perda de nutrientes e redução de consumo de matéria seca.

A concentração de etanol variou de acordo com o filme plástico. O DF200µm e a DFBO promoveram menores teores de etanol (1,05 e 1,17) em relação a DF110µm (1,31). Compostos orgânicos voláteis, como o etanol, são originados por meio da conversão de açúcares solúveis presentes na planta ensilada<sup>(33)</sup>. Embora o etanol tenha concentração considerável de energia, a sua alta volatilidade pode acarretar em perdas consideráveis de energia da silagem, pois este composto é perdido para o ambiente antes mesmo do alimento ser ofertado aos animais, tornando a fermentação alcoólica indesejável<sup>(28)</sup>. Portanto, pode-se considerar que a silagem em que se utilizou o filme DF110µm apresentou perfil fermentativo menos desejável em relação aos demais filmes devido a maior concentração de etanol (Tabela 3), que pode ter sido formado pelo crescimento de leveduras, as quais geram a produção de etanol, para Kung Junior et al.<sup>(32)</sup>, silagens com concentração de etanol próximo a 2% da MS podem apresentar baixa estabilidade aeróbica.

Segundo Yoshii et al.<sup>(34)</sup>, parte do etanol que não é perdido para o ambiente e é ingerido pelo animal é parcialmente oxidado em acetato por microrganismos do rúmen aumentando concomitantemente a produção de metano podendo diminuir a eficiência de utilização da energia<sup>(35)</sup>. A presença de oxigênio no material ensilado devido às falhas na vedação ou retardo no fechamento do silo pode resultar em menores concentrações de ácidos graxos voláteis, indicando processo fermentativo menos intenso e refletindo no prolongamento da fase respiratória, devido à falta de anaerobiose, esgotando os substratos fermentáveis necessário para as bactérias ácido lácticas<sup>(36)</sup>. Pode-se sugerir que a maior concentração de etanol da silagem DF110µm esteja relacionada com aumento da população de leveduras presentes na massa ensilada devido à baixa capacidade de barreira ao oxigênio do polietileno de 110 µm, e como co-produto da fermentação desses microrganismos ocorre a formação de etanol (Tabela 3) e aumento de temperatura (Tabela 4). Outro fato que corrobora com esta hipótese são os maiores valores de pH apresentados pela silagem DF110µm (Tabela 3), pois estes microrganismos utilizam o ácido láctico que é o principal responsável pela manutenção do baixo pH<sup>(37)</sup>.

Na Tabela 4 estão representados os valores médios de matéria seca, temperatura da silagem, gradiente de temperatura e das perdas físicas de matéria seca durante o período de uso das silagens de milho armazenadas em silos trincheiras vedados com diferentes filmes plásticos dupla face.

Tabela 4. Valores médios de matéria seca, temperatura da silagem, gradiente de temperatura e das perdas físicas de matéria seca durante o período de uso das silagens de milho armazenadas em silos trincheira vedadas com diferentes filmes plásticos dupla face.

Período de Avaliação	Filmes Plásticos			Média
	DF110µm	DF200µm	DFBO	
Matéria seca (%)				

0 a 28 dias	44,09	43,99	43,83	44 43,97 A
29 a 56 dias	43,36	44,15	42,58	43,36 A
57 a 84 dias	44,13	44,64	42,27	43,68 A
Média	43,86 a	44,26 a	42,89 b	
Temperatura (°C)				
0 a 28 dias	23,24	19,11	21,22	21,19 B
29 a 56 dias	24,59	20,48	22,16	22,41 B
57 a 84 dias	26,20	24,98	26,11	25,76 A
Média	24,68 a	21,52 b	23,16 ab	
Gradiente da temperatura (°C)				
0 a 28 dias	8,49	4,77	7,21	6,82 A
29 a 56 dias	8,38	4,27	5,95	6,20 A
57 a 84 dias	6,17	4,95	6,07	5,73 A
Média	7,68 a	4,66 b	6,41 ab	
Perdas físicas de silagem (g kg <sup>-1</sup> da MS)				
0 a 28 dias	195,6	45,9	41,2	94,2 B
29 a 56 dias	195,6	59,8	111,0	122,1 A
57 a 84 dias	179,9	108,8	134,3	141,0 A
Média	190,4 a	71,5 b	95,4 b	

Médias, seguidas por letras minúsculas diferentes na linha ou por letras maiúsculas diferentes na coluna, diferem entre si pelo Teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

A vedação com o filme DFBO apresentou o menor ( $P < 0,05$ ) teor de matéria seca (42,89%) em relação a DF200 $\mu$ m e a DF110 $\mu$ m (44,26% e 43,86%, respectivamente), por sua vez, os quais não diferiram entre si, porém não houve variação nos teores de matéria seca em função do período de avaliação.

A temperatura da silagem foi afetada pelo tipo do filme utilizado. O polietileno DF110 $\mu$ m resultou em temperatura superior em 3,16°C em comparação com o DF200 $\mu$ m (24,68°C e 21,52°C, respectivamente), sendo que o gradiente de temperatura também foi 3,02°C superior em relação ao DF200 $\mu$ m (7,68°C e 4,66°C, respectivamente). Amaral et al.<sup>(37)</sup> e Borreani et al.<sup>(3)</sup> relatam que a utilização de filmes barreira de oxigênio possibilitam menores temperaturas da silagem em comparação aqueles filmes que apresentam apenas polietileno em sua composição principalmente em baixas espessuras, diferentemente do encontrado no presente estudo, onde a utilização do filme barreira não apresentou diferença estatística para temperatura e gradiente de temperatura (23,16°C e 6,41°C, respectivamente) em comparação aos filmes compostos exclusivamente com polietileno em diferentes espessuras.

A temperatura também variou conforme o período de avaliação, sendo que o primeiro e o segundo período, (21,19°C e 22,41°C, respectivamente) apresentaram médias de temperatura inferiores às do terceiro período (25,76°C).

O aumento na temperatura da silagem está ligado à atividade microbiana da massa ensilada, pois a alta taxa de multiplicação e crescimento desses microrganismos resulta na produção de calor, elevando a temperatura da silagem e quebrando a estabilidade aeróbia, reduzindo o seu potencial de conservação<sup>(38)</sup>.

As perdas físicas da silagem de milho variaram conforme o tipo de filme plástico utilizado na vedação, sendo que a silagem vedada com o DF110µm apresentou as maiores perdas físicas (190,4 g kg<sup>-1</sup> da MS) e perdeu 118,9 g kg<sup>-1</sup> da MS a mais em comparação com a DFBO e 95 g kg<sup>-1</sup> da MS a mais em relação à DF110µm e a DF200µm. Por sua vez, as perdas físicas das silagens não difeririam (P>0,05) para o uso dos filmes DFBO e DF200µm.

As perdas físicas também variaram conforme o período de avaliação, de forma que no primeiro período de avaliação foram obtidas as menores perdas físicas (9,42 g kg<sup>-1</sup> da MS) e com o avançar dos períodos experimentais houve aumento das perdas (12,21 g kg<sup>-1</sup> da MS e 14,10 g kg<sup>-1</sup> da MS, respectivamente para o segundo e terceiro período), evidenciando que conforme o aumento dos dias após abertura do silo e exposição ao oxigênio houve incremento nas perdas.

Wang et al.<sup>(39)</sup> compararam filmes plásticos compostos exclusivamente de polietileno à filmes barreira de oxigênio e constaram que a silagem vedada com o filme de polietileno perdeu 6,2 unidades percentuais a mais de matéria orgânica em comparação a vedação com filme impermeável e, ainda segundo os autores a utilização do filme barreira trouxe benefícios econômicos na ordem de US \$ 0,74 para cada tonelada da cultura ensilada.

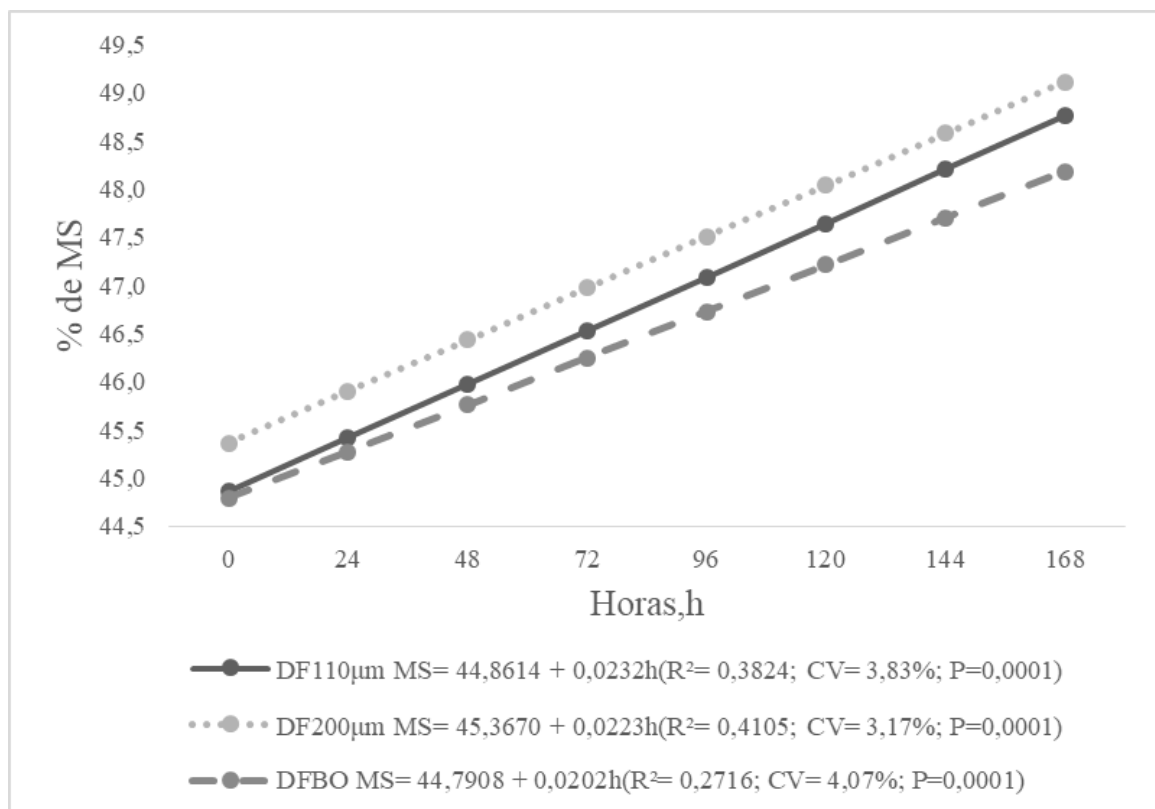
Filmes plásticos com baixa capacidade de barreira ao oxigênio e à água estimulam o crescimento de microrganismos indesejáveis e favorecem a deterioração da silagem, porém anteriormente ao aparecimento da deterioração visível a silagem já sofreu diversas alterações como aumento de temperatura, aumento de pH, aumento das perdas de matéria seca, culminado com a redução da aceitação e consumo de matéria, reduzindo o desempenho produtivo<sup>(8)</sup>. Tabacco et al.<sup>(40)</sup> relatam que o aumento na temperatura da silagem por conta da atividade de microrganismos aeróbicos gera redução de até 16% do valor nutritivo da silagem. Também Hoffman e Combs<sup>(41)</sup> afirmam que o aumento em aproximadamente 8°C na temperatura de 1 tonelada de silagem pode consumir 6,3 Mcal de energia, o que pode refletir na redução de 4 kg de leite para cada tonelada de silagem que apresenta elevadas temperaturas.

Pitt e Muck<sup>(42)</sup> ressaltam que é necessário respeitar a taxa diária de retirada do silo, sem perturbar o restante da silagem localizada no interior do silo, pois quando o gerenciamento de retirada de silagem do silo é ignorado, associado à vedação falha, pode ocorrer aumento na penetração de oxigênio para o restante do silo e contribuindo para o aumento de descarte de silagem. O prejuízo por conta do descarte de silagem deteriorada pode chegar até quatro vezes mais que os

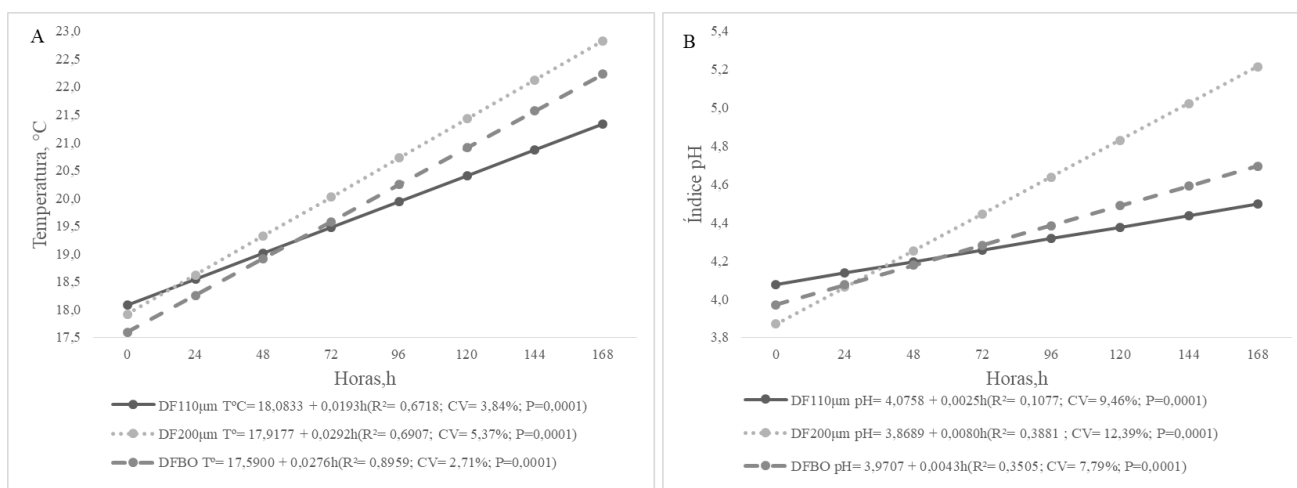
custos de aquisição de filmes plásticos para a vedação dos silos, demonstrando que essa prática se torna viável e é indispensável para conservação apropriada da silagem.

Os teores de MS durante a avaliação da estabilidade aeróbica apresentaram crescimento linear conforme o tempo de avaliação (Figura 2). A silagem vedada com o filme DF110 $\mu\text{m}$  apresentou a maior taxa de perda de umidade (0,0232 pontos de MS hora<sup>-1</sup>) em comparação à vedação com os filmes DF200 $\mu\text{m}$  (0,0223 pontos de MS hora<sup>-1</sup>) e DFBO (0,0202 pontos de MS hora<sup>-1</sup>).

A maior taxa de desidratação obtida pela silagem vedada com o filme DF110 $\mu\text{m}$  pode estar relacionada com o crescimento fúngico, pois para que isso aconteça necessita-se basicamente de fonte de nitrogênio, energia e oxigênio, além desses requisitos a umidade presente no material pode ser determinante para favorecer o crescimento fúngico inicialmente e posteriormente de bactérias oportunistas que são capazes que causarem efeitos deletérios na capacidade de conservação do alimento e prejudicar o aproveitamento e desempenho animal<sup>(37)</sup>.



**Figura 2.** Teores de matéria seca durante a avaliação de estabilidade aeróbica das silagens de milho armazenadas em silos trincheira vedadas com diferentes filmes plásticos dupla face.



**Figura 3.** Temperatura das silagens (A) e índice de pH (B) durante a avaliação de estabilidade aeróbica de silagens de milho armazenadas em silos trincheira vedadas com diferentes filmes plásticos dupla face.

A temperatura da silagem durante o período de avaliação da estabilidade aeróbica apresentada na Figura 3 (A) apresentou comportamento crescente linear para todos os filmes testados. As silagens provenientes das vedações com os filmes DF200µm e DFBO apresentaram os maiores incrementos de temperatura ( $0,0292^{\circ}\text{C hora}^{-1}$  e  $0,0276^{\circ}\text{C hora}^{-1}$ ) em comparação à DF110µm que apresentou o menor incremento de temperatura ( $0,0193^{\circ}\text{C hora}^{-1}$ ). Comportamento este que se repete para o índice de pH das silagens de milho (Figura 3 B), pois houve aumento linear do índice de pH conforme o avanço dos dias de avaliação da estabilidade aeróbica. O maior incremento de pH em relação ao tempo em que compreendeu a avaliação foi também para as silagens oriundas das vedações com os filmes DF200µm e DFBO ( $0,0080$  e  $0,0043$  pontos de pH  $\text{hora}^{-1}$ ).

A elevação de forma mais abrupta, tanto da temperatura quanto do pH, é oriundas das silagens vedadas com os filmes DF200µm e DFBO pode ser justificada pelo melhor ambiente interno do silo durante o período de armazenamento. Devido à baixa concentração de oxigênio presente nestes silos, os microrganismos aeróbicos cessam por completo suas atividades e, conseqüentemente há maior preservação de carboidratos solúveis. Porém, quando estas silagens são expostas ao oxigênio após a abertura do silo, os microrganismos presentes na massa ensilada retornam o seu crescimento, que pode ser mais acelerado em comparação com silagens que apresentavam alta quantidade de oxigênio durante o armazenamento, pois grande parte do substrato utilizado pelos microrganismos aeróbicos para sua multiplicação já foi utilizada durante o período de armazenamento. Este processo acarreta em aumento de temperatura devido ao intenso crescimento desses microrganismos e elevação de pH decorrente da quebra do ácido láctico, principal composto pela manutenção de baixos valores de pH<sup>(43)</sup>.

A silagem oriunda da vedação com o filme DF110µm alcançou a máxima temperatura em menor período de horas (77 horas) em comparação a vedação com filmes DF200µm e DFBO (Tabela 5), sendo que para a vedação com DF200µm a máxima temperatura da silagem ocorreu 48 horas após a DF110µm e para a DFBO foi 55 horas após a máxima temperatura da silagem da DF110µm.

Tabela 5. Tempo para atingir máxima temperatura, tempo para atingir máximo pH, tempo para perda de estabilidade aeróbica pelo pH e tempo para perda de estabilidade aeróbica pela temperatura durante o período de avaliação de estabilidade aeróbica de silagens de milho armazenadas em silos trincheiras vedadas com diferentes filmes plásticos dupla face.

Parâmetro	Filmes Plásticos			Média	P	EPM
	DF110µm	DF200µm	DFBO			
TTmax, h	77,0 b	128,0 a	132,0 a	108,3	0,0024	5,0211
TpHmax, h	111,0 a	124,0 a	119,0 a	118,0	0,6405	5,6599
EAT, h	99,0 b	105,0 ab	127,0 a	100,3	0,0468	3,9977
EApH, h	159,0 a	128,0 b	156,0 ab	147,7	0,0262	4,2054

\* TTmax: Tempo para alcançar máxima temperatura; TpHmax: Tempo para alcançar máximo pH; EAT: Estabilidade aeróbica por temperatura; EApH: Estabilidade aeróbica por pH; h: Horas. Médias, seguidas por letras minúsculas diferentes na linha ou por letras maiúsculas diferentes na coluna, diferem entre si pelo Teste Tukey ( $\rho < 0,05$ ).

Os efeitos no tempo para atingir a máxima temperatura reforçam os dados apresentados na Figura 2 A, pois a maior oferta de alimento para as leveduras nas silagens vedadas com os filmes DF200µm e DFBO ocasionou prolongamento do tempo para atingir a máxima temperatura havendo incremento constante. Outro fato que pode ser apontado é de que a silagem do filme DF110µm veio do silo com temperaturas mais elevadas em comparação às silagens vedadas com os demais filmes plásticos (Tabela 4).

Em relação à quebra da estabilidade aeróbica levando em consideração o parâmetro de temperatura da silagem, o emprego do filme DFBO apresentou o maior tempo para quebra da estabilidade em comparação ao DF110µm (127 horas e 99 horas, respectivamente). Borreani e Tabacco<sup>(44)</sup> relatam que aumentar a impermeabilidade dos filmes plásticos foi um dos avanços que possibilitou a manutenção da estabilidade aeróbica por mais tempo. Borreani et al.<sup>(3)</sup> constataram que filme plástico de polietileno apresentou permeabilidade de 990 cm<sup>3</sup> por m<sup>2</sup> por 24 horas a 1 bar, enquanto o filme barreira de oxigênio, composto da combinação de poliamida com o polietileno, apresentou permeabilidade de 100 cm<sup>3</sup> por m<sup>2</sup> por 24 horas a 1 bar. Snell et al.<sup>(45)</sup> também relataram que a permeabilidade ao oxigênio de filmes de polietileno apresenta relação com a sua espessura, pois os autores avaliaram a permeabilidade ao oxigênio de filmes de polietileno com espessura de 90, 150 e 200 µm e encontraram valores de 459, 258 e 188 cm<sup>3</sup> por m<sup>2</sup> em 24 horas, respectivamente, indicando que, para o mesmo tipo de material, a permeabilidade ao oxigênio é inversamente proporcional à espessura do filme.

Borreani et al.<sup>(3)</sup> atestaram que filmes combinando poliamida e polietileno foram mais eficazes em manter a estabilidade aeróbica da silagem em comparação com filmes convencionais de polietileno. Bernardes et al.<sup>(27)</sup> concluíram que filmes que possuem poliamida em sua composição, além de melhorar a estabilidade aeróbica da silagem, possibilitaram menores índices de pH (Tabela 3) em concordância com o presente estudo, os autores ainda relacionaram a melhor qualidade



higiênica da silagem, devido a menor contagem de leveduras na silagem vedada com o filme com poliamida. Borreani e Tabacco et al.<sup>(46)</sup> relacionaram altas contagens de fungos e leveduras em silagem com aquecimento da massa ensilada no silo, permitindo sugerir que a maior temperatura da silagem (Tabela 4) e menor estabilidade aeróbica da silagem vedada com o filme DF110 $\mu$ m (Tabela 5) possa ser atribuída a maior permeabilidade de oxigênio deste filme.

Considerando o parâmetro pH para a quebra da estabilidade aeróbica (Tabela 6) a silagem coberta com a vedação DF200 $\mu$ m apresentou a menor estabilidade aeróbica (128 horas) que diferiu da vedação com o filme DF110 $\mu$ m (159 horas), enquanto que a vedação com o filme DFBO não diferiu estatisticamente ( $P > 0,05$ ) dos demais filmes avaliados, desestabilizando após 156 horas do início da avaliação. Resultado este que complementa as maiores taxas de incremento hora<sup>-1</sup> do índice de pH apresentadas na Figura 3 B o que permite atribuir ao teor de ácido lático contido na silagem que são determinantes para os incrementos de pH da silagem, pois leveduras presentes no material ensilado utilizam esse ácido como substrato para seu crescimento, causando elevação do pH e perda da capacidade de conservação da silagem<sup>(47, 43)</sup>.

Em um segundo momento, o incremento no pH pode ocorrer por conta da quebra de estruturas mais complexas, como as proteínas, gerando nitrogênio amoniacal e resultando nas maiores perdas de nutrientes<sup>(48)</sup>. Desta forma é possível sugerir que as silagens provenientes das vedações com os filmes DF200 $\mu$ m e DFBO apresentavam maior quantidade de ácido lático e durante o período de avaliação da estabilidade aeróbica houve o consumo intenso deste ácido, resultando em maiores acréscimos hora<sup>-1</sup> do índice de pH e temperatura.

## CONCLUSÃO

O uso dos filmes DF200 $\mu$ m e DFBO é recomendado, pois obtiveram a melhor taxa de desaparecimento ruminal da matéria seca, índices de pH, temperatura, perdas físicas de matéria seca e estabilidade aeróbica da silagem de milho armazenada em silos tipo trincheira.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Oliveira CA, Millen DD, Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. *Animal Feed Science Technology*. 2014;197: 64-75. English. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.08.010>
2. Silva MSJD, Jobim CC, Poppi EC, Tres TT, Osmari MP. Production technology and quality of corn silage for feeding dairy cattle in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2015; 44(9): 303-313. English. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-92902015000900001>

3. Borreani G, Tabacco E, Cavallarin L. A new oxygen barrier film reduces aerobic deterioration in farm-scale corn silage. *Journal of Dairy Science*. 2007; 90(10): 4701-4706. English. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0310>
4. Borreani G, Tabacco E. Improving corn silage quality in the top layer of farm bunker silos through the use of a next generation barrier film with high impermeability to oxygen. *Journal Dairy Science*. 2014; 97(4): 2415-2426. English. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7632>
5. Ferraretto LF, Shaver RD. Effects of whole-plant corn silage hybrid type on intake, digestion, ruminal fermentation, and lactation performance by dairy cows through a meta-analysis. *Journal of Dairy Science*. 2015; 98(4): 2662-2675. English. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2014-9045>
6. Neumann M, Leão GFM, Askel EJ, Marafon F, Figueira DN, Poczynek M. Sealing type effect on corn silage quality in bunker silos. *Ciência Rural*. 2017; 47(5): 1-6. English. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20160643>
7. Neumann M, Leão GFM, Santos LC, Marafon, F, Askel EJ. Uso de dupla vedação em silagem de milho sobre o desempenho de novilhos confinados. *Revista de Ciências Agroveterinárias (Journal of Agroveterinary Sciences)*. 2018; 17(1): 100-106. Portuguese. Disponível em: <https://doi.org/10.5965/223811711712018100>
8. Bernardes, TF. Advances in Silage Sealing. In: Da Silva T, Santos EM. *Advances in Silage Production and Utilization*. 1 ed. Rijeka, Croatia: InTech; 2016. p. 53-62. English. (<https://www.intechopen.com/books/advances-in-silage-production-and-utilization/advances-in-silage-sealing>).
9. Wilkinson JM, Fenlon JS. A meta-analysis comparing standard polyethylene and oxygen barrier film in terms of losses during storage and aerobic stability of silage. *Grass and Forage Science*. 2014; 69(3): 385–392. English. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/gfs.12087>
10. Pott CA, Müller MML, Bertelli PB. Adubação verde como alternativa agroecológica para recuperação da fertilidade do solo. *Revista Ambiência*. 2007; 3(1): 51-63. Portuguese. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/300/412>
11. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Núcleo Estadual Paraná. *Manual De Adubação e Calagem para o Estado Do Paraná*. – Curitiba:SBCS/NEPAR; 2017. 301p. Portuguese. Disponível em:[https://www.sbc.org.br/index.php?route=product/product&product\\_id=136](https://www.sbc.org.br/index.php?route=product/product&product_id=136)
12. AOAC Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*, 16th edition, Association of Official Analytical Chemists. Arlington, V.A., U.S.A. 1995. English. Disponível em: <https://www.aoac.org/journal-of-aoac-international/>
13. Neumann M, Sandini IE, Ost PR, Falbo MK, Lustosa SBC, Pellegrini LG. Desempenho de novilhos confinados alimentados com silagens de milho ou sorgo, as-sociadas a três níveis de concentrado. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas*. 2007; 6(3): 365-378. Portuguese. Disponível em: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v6n03p%25p>

14. Cherney JH, Cherney DJR. Assessing Silage Quality. In: Buxton DR, Muck RE, Harrison HJ. Silage Science and Technology. 4th ed. American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of America, Inc., Soil Science Society of America, Inc. 2003. p. 141-198. English. Disponível em: (<https://acess.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2134/agronmonogr42.c4>)
15. Silva DJ, Queiroz AC. Análise de alimentos, métodos químicos e biológicos. 3ª reimpressão. Universidade Federal de Viçosa; 2009. 235p. Portuguese. Disponível em: <https://www.editoraufv.com.br/produto/analise-de-alimentos-3-edicao/1108830>
16. Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science. 1991; 74(10): 3583-3597. English. Disponível em: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
17. Goering HK, Van Soest PJ, Forage fiber analysis: apparatus reagents, procedures and some applications. Agricultural Handbook. 1970. p.379. English. ( <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=2BjFvEonaHoC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Goering+HK,+Van+Soest+PJ,+Forage+fiber+analysis:+apparatus+reagents,+procedures+and+some+applications.+Agricultural+Handbook.+1970.+p.379.+&ots=mNWMXpHJqX&sig=eLL9DhSM6Mm58bIGBv-QXhkynIs#v=onepage&q&f=false>)
18. Bolsen KK, Ashbell G, Weinberg ZG. Silage fermentation and silage additives-Review. Asian-Australasian journal of animal sciences. 1996; 9:483-494. English. Disponível em: <https://doi.org/10.5713/ajas.1996.483>
19. Nocek JE. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. Journal of Dairy Science. 1988; 71(8): 2051-2069. English. Disponível em: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(88\)79781-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(88)79781-7)
20. Price JDA. Modification of the Barker – Summer son Method for the Determination of Lactic Acid. Afialyst. 1969; 94(1125): 1151-1152. English. Disponível em: <https://doi.org/10.1039/AN9699401151>
21. Kung Junior L, Robinson JR, Ranjit NK, Chen JH, Golt CM, Pesek JD, Microbial populations, fermentation end-products, and aerobic stability of corn silage treated with ammonia or a propionic acid-based preservative. Journal of Dairy Science. 2000; 83(7): 1479-1486. English. Disponível em: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)75020-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75020-X)
22. Weinberg ZG, Shatz O, Chen Y. Effect of lactic acid bacteria inoculants on in vitro digestibility of wheat and corn silages. Journal of Dairy Science. 2007; 90(10): 4754-4762. English. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0176>
23. Taylor CC, Kung Junior L. The effect of Lactobacillus buchneri 40788 on the fermentation and aerobic stability of high moisture corn in laboratory silos. Journal of Dairy Science. 2002; 85(6): 1526-1532. English. Disponível em: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(02\)74222-7/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(02)74222-7/pdf)

24. SAS Institute. Sas/Stat User's guide: statistics, version 6. 4.ed. North Caroline, Version 2. Cary (NC): SAS Insitute Inc., 1993. 943p. English. Disponível em: [\(https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK7244/\)](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK7244/)
25. Machado, J. **Filmes de vedação na conservação de silagem de milho para bovinos de corte em terminação**. Maringá, 34 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Produção Animal, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2019. Portuguese. Disponível em:  [\(http://sites.uem.br/ppz/trabalhos-de-conclusao/dissertacoes/2019/juliana-machado.pdf\)](http://sites.uem.br/ppz/trabalhos-de-conclusao/dissertacoes/2019/juliana-machado.pdf);  [\(https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=6994113\)](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=6994113)
26. Daniel JLP, Bernardes TF, Jobim CC, Schmidt P, Nussio LG. Production and utilization of silages in tropical areas with focus on Brazil. *Grass and Forage Science*. 2019; 74(2): 188-200. English. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/gfs.12417>
27. Bernardes TF, Nussio LG, Amaral RC. Top spoilage losses in maize silage sealed with plastic films with different permeabilities to oxygen. *Grass and Forage Science*. 2012; 67(1); 34–42. English. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2011.00823.x>
28. Bernardes TF, Daniel JLP, Adesogan AT, Mcallister TA, Drouin P, Nussio LG, Huhtanen P, Tremblay GF, Bélanger G, Cai Y. Silage review: Unique challenges of silages made in hot and cold regions. *Journal of dairy science*. 2018; 101(5): 4001-4019. English. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13703>
29. Borreani G, Dolci P, Tabacco E, Cocolin L. Aerobic deterioration stimulates outgrowth of spore-forming *Paenibacillus* in corn silage stored under oxygen-barrier or polyethylene films. *Journal Dairy Science*. 2013; 96(8): 5206–5216. English. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6649>
30. Gallo A, Guibert G, Frisvad JC, Bertuzzi T, Nielsen KF. Review on mycotoxin issues in ruminants: occurrence in forages, effects of mycotoxin ingestion on health status and animal performance and practical strategies to counteract their negative effects. *Toxins*. 2015; 7(8): 3057-3111. English. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/toxins7083057>
31. Kleinschmit DH, Kung Junior L. A Meta-Analysis of the Effects of *Lactobacillus buchneri* on the Fermentation and Aerobic Stability of Corn and Grass and Small-Grain Silages. *Journal of Dairy Science*. 2006; 89(10): 4005 – 4013. English. Disponível em: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72444-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72444-4)
32. Kung Junior L, Shaver RD, Grant RJ, Schmidt RJ. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of dairy Science*. 2018; 101(5): 4020-4033. English. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13909>
33. Daniel JLP, Capelesso A, Cabezas-Garcia EH, Zopollatto M, Santos MC, Huhtanen P, Nussio LG. Fibre digestion potential in sugarcane across the harvesting window. *Grass and Forage Science*. 2014; 69(1); 176-181. English. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/gfs.12044>

34. Yoshii T, Asanuma N, Hino T. Effect of ethanol on nitrate and nitrite reduction and methanogenesis in the ruminal microbiota. *Animal Science Journal*. 2005; 76(1): 37-42. English. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2005.00235.x>
35. Daniel JLP, Amaral RC, Neto AS, Cabezas-Garcia EH, Bispo AW, Zopollatto M, Cardoso TL, Spoto MHF, Santos FAP, Nussio LG. Performance of dairy cows fed high levels of acetic acid or ethanol. *Journal of Dairy Science*. 2013; 96(1): 398-406. English. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5451>
36. Kim SC, Adesogan AT. Influence of ensiling temperature, simulated rainfall, and delayed sealing on fermentation characteristics and aerobic stability of corn silage. *Journal of Dairy Science*. 2006; 89(8): 3122-3132. English. Disponível em: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72586-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72586-3)
37. Amaral RC, Santos MC, Daniel JLP, Sá Neto A, Bispo AW, Cabezas-Garcia EH, Nussio LG. The influence of covering methods on the nutritive value of corn silage for lactating dairy cows. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2014; 43; 471–478. English. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982014000900003>
38. Pahlow G, Muck RE, Driehuis F, Elferink SJWHO, Spoelstra SF. Microbiology of ensiling. *Agronomy*. 42; 31-94. English. Disponível em: <https://doi.org/10.2134/agronmonogr42.c2>
39. Wang K, Uriarte ME, Li SC, Rich K, Banchero C, Bu DP, Wilkinson JM, Bolsen KK. Effect of type of underlay film on fermentation profile, nutritional quality and estimated loss of organic matter in the outer layer of whole-plant maize ensiled in large bunker silos. *Grass and Forage Science*. 2017; 72(4): 772-776. English. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/gfs.12283>
40. Tabacco E, Righi F, Quarantelli A, Borreani G. Dry matter and nutritional losses during aerobic deterioration of corn and sorghum silages as influenced by different lactic acid bacteria inocula. *Journal of Dairy Science*. 2011; 94(3): 1409-1419. English. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3538>
41. Hoffman PC, Combs DK. Molds and mycotoxins in corn silage and high moisture corn. Part I. **Managing aerobic stability**. Department of Dairy Science, University of Wisconsin-Madison, 2009. English. Disponível em: <http://dysci.wisc.edu/uwex/brochures/brochures/hoffmold.pdf>
42. Pitt RE, Muck RE. A diffusion model of aerobic deterioration at the exposed face of bunker silos. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 1993; 55(1): 11-26. English. Disponível em: <https://doi.org/10.1006/jaer.1993.1029>
43. Wilkinson JM, Davies DR. The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. *Grass and Forage Science*. 2013; 68(1): 1-19. English. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2012.00891.x>
44. Borreani G, Tabacco E. Plastics in animal production, In: ORZOLEK, M. (Ed.). *A Guide to the Manufacture, Performance, and Potential of Plastics in Agriculture*. 9nd ed. Amsterdam: Elsevier Ltd., 2017. p. 145–185. English. [https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=HpmpDQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=+Plastics+in+animal+production,+In:+ORZOLEK,+M.+\(Ed.\).+A+Guide+to+the+Manufacture,+](https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=HpmpDQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=+Plastics+in+animal+production,+In:+ORZOLEK,+M.+(Ed.).+A+Guide+to+the+Manufacture,+)

[Performance, and Potential of Plastics in Agriculture. 9nd ed. Amsterdam: Elsevier Ltd., 2017. p. 145-185. &ots=gGIoHSxcY5&sig=dO\\_XqgFvR6WzMEvV2m-GwFqLKek#v=onepage&q&f=false\)](https://doi.org/10.1016/j.plast.2017.03.001)

45. Snell HGJ, Oberndorfer C, Lücke W, Van Den Weghe HFA. 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*. 2002; 57(4): 342-350. English. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2494.2002.00334.x>
46. Borreani G, Tabacco E. Low permeability to oxygen of a new barrier film prevents butyric acid bacteria spore formation in farm corn silage. *Journal of Dairy Science*. 2008; 91(11): 4272-4281. English. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1151>
47. Rabelo CHS, Rezende AV, Nogueira DA, Rabelo FHS, Senedese SS, Vieira PF, Barbolsa LA, Carvalho A. Perdas fermentativas e estabilidade aeróbia de silagens de milho inoculadas com bactérias ácido-láticas em diferentes estádios de maturidade. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. 2012; 13(3): 656-668. English. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1519-99402012000300006>
48. Lima EM, Jayme DG, Silva FCO, Micheli PHF, Cortes IHG, Anjos GVS, Silva NTA, Ottoni D. Deterioração aeróbia de silagens. *Revista Eletrônica NUTRITIME*. 2015; 12(2): 3996-4003. English. Disponível em: [https://www.nutritime.com.br/arquivos\\_internos/artigos/ARTIGO299.pdf](https://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/ARTIGO299.pdf)

Artigo submetido à revista *Ciência Rural*

**6. Desempenho, características de carcaça e comportamento ingestivo de novilhos terminados em confinamento alimentados com silagem de milho vedada com diferentes filmes plásticos dupla face**

**Performance, carcass characteristics and ingestive behavior of feedlot finished steers fed corn silage sealed with different double-sided plastic films**

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes filmes plásticos dupla face em silagem de milho armazenada em silos trincheira sobre o desempenho, digestibilidade aparente da dieta, comportamento ingestivo e características de carcaça de novilhos terminados em confinamento. O período experimental foi de 100 dias sendo 16 dias de adaptação e três períodos de avaliação de 28 dias cada. Utilizou-se de 30 novilhos inteiros ½ sangue Angus Nelore, com idade média 12 meses e peso médio de 366,5 kg  $\pm$ 3 kg, divididos em 15 baias. O delineamento experimental utilizado foi de blocos inteiramente casualizados, compostos por três tratamentos: DF110 $\mu$ m- polietileno dupla face com espessura de 110  $\mu$ m; DF200 $\mu$ m - polietileno dupla face com espessura de 200  $\mu$ m; e DFBO - película impermeável ao oxigênio composta de polietileno dupla face com espessura de 80  $\mu$ m sobreposta a uma película de poliamida translúcida a vácuo com espessura de 20  $\mu$ m, com cinco repetições cada. O uso do DF200 $\mu$ m na vedação da silagem de milho proporcionou incremento médio de 0,182 kg animal dia<sup>-1</sup> de ganho de peso para os animais alimentados com a silagem vedada com este filme, também houve melhora média na ordem de 10,96% na eficiência alimentar dos animais alimentados com a silagem do DF200 $\mu$ m. O ganho de carcaça dos animais durante o período de confinamento foi em média 9,36% superior com o uso do filme DF200 $\mu$ m na vedação de



silagem de milho. Dentre os filmes avaliados, o DF200 $\mu\text{m}$  é o mais indicado para o vedação de silagem de milho em silos do tipo trincheira segundo os parâmetros avaliados.

**Palavras-Chave:** Características de carcaça, comportamento ingestivo, ganho de carcaça, polietileno, filme barreira de oxigênio.

**ABSTRACT:** The objective was to evaluate the effect of different double-sided plastic films on corn silage stored in bunker silos on performance, apparent digestibility of the diet, ingestive behavior and carcass traits of feedlot finished steers. The experiment lasted 100 days, 16 days for adaptation and three evaluation periods of 28 days each. Thirty  $\frac{1}{2}$  Angus  $\frac{1}{2}$  Nellore crossbred steers, with an average initial age of 12 months and an average initial weight of 366.5 kg $\pm$ 3 kg, were divided into 15 stalls. This was a completely randomized block experimental design, composed of three treatments: DF110  $\mu\text{m}$  - double-sided polyethylene with a thickness of 110  $\mu\text{m}$ ; DF200  $\mu\text{m}$  - double-sided polyethylene with a thickness of 200  $\mu\text{m}$ ; and DFBO - oxygen-impermeable film composed of double-sided polyethylene with a thickness of 80  $\mu\text{m}$  overlaid with a vacuum-translucent polyimide film with a thickness of 20  $\mu\text{m}$ , with five repetitions each. The use of DF200 $\mu\text{m}$  for sealing corn silage resulted in an average increase of 0.182 kg animal day<sup>-1</sup> in weight gain for animals fed silage sealed with this film, there was also an average improvement of the order of 10.96% in feed efficiency of animals fed silage from the DF200 $\mu\text{m}$  treatment. Carcass gain of the animals during the feedlot period was on average 9.36% higher with the use of the DF200 $\mu\text{m}$  film. Among the films evaluated, DF200 $\mu\text{m}$  film is the most suitable for sealing corn silage in bunker silos according to the parameters evaluated.

**Keywords:** Carcass characteristics, ingestive behavior, carcass gain, polyethylene, oxygen barrier film



## INTRODUÇÃO

A conservação de forragem em forma de silagem, principalmente de milho, é de extrema importância para sistemas de produção de ruminantes, pois a produção de volumoso de qualidade impacta diretamente no desempenho produtivo dos animais e no retorno financeiro ao pecuarista (NEUMANN et al., 2018). Porém, o processo de ensilagem é complexo e envolve muitas variáveis que podem influenciar na extensão e no padrão fermentativo (SILVA et al., 2015; WILKINSON, 1999).

A silagem de milho está sujeita a ação de inúmeros fatores, desde o campo até a fase de alimentação dos animais, sendo que, está exposta à ação de componentes que podem ser controláveis e ou até mesmo manipuláveis, porém em contrapartida alguns processos são incontroláveis e não podem ser manipulados, dessa forma é de grande importância prever algumas intercorrências que podem acontecer durante o processo de ensilagem e conservação, afim de evitar perdas ocasionadas pelo falta de anaerobiose no silo que pode ser resultante da vedação incorreta ou filme plástico de baixa qualidade (BERNARDES et al., 2016).

Falhas durante o período de armazenagem podem resultar em inúmeras perdas, as quais podem ser visíveis, como o descarte de material ensilado, redução da palatabilidade e aceitação dos animais e perdas não visíveis a olho nu, sendo as principais perdas de matéria seca e de nutrientes, reduzindo a qualidade nutricional do alimento impactando diretamente no consumo de matéria seca e no desempenho dos animais em confinamento (WILKINSON & FENLON, 2014).

Os filmes plásticos utilizados para vedar silos podem impactar diretamente no sucesso da conservação da silagem e essencialmente devem ser resistentes a danos mecânicos como perfuração e rasgos, resistentes ao manuseio e intempéries climáticas (vento, chuvas e granizo),

boa capacidade de isolamento, resistência à ação dos raios UV e baixa permeabilidade ao oxigênio, assegurando que as condições anaeróbicas no interior do silo sejam mantidas. A lona plástica deve manter todas estas características durante todo o período de armazenamento e posteriormente durante a fase de desabastecimento do silo (BERNARDES et al., 2018; BORREANI et al., 2018).

A compactação juntamente com o processo de vedação age sobre a manutenção do ambiente anaeróbico no interior do silo, condição primordial para que o processo fermentativo seja satisfatório e promova a correta conservação da massa ensilada (BERNARDES, 2016). A anaerobiose insuficiente acarreta no desenvolvimento de microrganismos deteriorantes que consomem componentes solúveis da silagem e estimulam a deterioração aeróbica (BORREANI & TABACCO, 2014).

A vedação além de influenciar no perfil fermentativo e na conservação do alimento, promove modificações no comportamento ingestivo dos animais, na digestibilidade da fibra e conseqüentemente, resulta em incrementos em ganho de peso e de carcaça, colaborando para obtenção de resultados positivos ao produtor (BORREANI et al., 2007; NEUMANN et al., 2018).

Nesse contexto, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes filmes plásticos dupla face em silagem de milho armazenada em silos trincheira sobre o desempenho, digestibilidade aparente da dieta, comportamento ingestivo e características de carcaça de novilhos terminados em confinamento.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado na unidade didática de pesquisa e extensão em Confinamento de Bovinos de Corte no Núcleo de Produção Animal (NUPRAN), junto ao Curso

de Mestrado em Ciências Veterinárias do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), localizada em Guarapuava, PR.

Todos os procedimentos experimentais foram previamente submetidos à apreciação do Comitê de Conduta Ética no Uso de Animais em Experimentação (CEUA/UNICENTRO) e aprovados sob protocolo para execução (Ofício n° 021/2018).

A lavoura de milho (*Zea mays*, L.) foi implantada em 02/11/2017, utilizando sementes do híbrido Maximus Viptera 3 (Syngenta®) de ciclo precoce, com finalidade de produzir grãos e silagem, tendo os grãos com textura dura e biotecnologia de resistência ao *Glyphosate*. A semeadura foi em sistema de plantio direto, utilizando-se espaçamento entre linhas de 0,80 m, profundidade de semeadura de 0,04 m e distribuição de 5 sementes por metro linear, visando população final de 62.500 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

A colheita das plantas de milho foi realizada aos 145 pós emergência, com auxílio de uma colhedora de forragens de precisão JF® modelo (C-120 AT S2), com regulagem de tamanho médio de partícula com proporção de 2,35% na primeira peneira (>1,9cm), 52,45% na segunda peneira (1,9-0,7cm) e 43,98% na terceira peneira (<0,7cm).

Como material experimental utilizou-se 30 novilhos inteiros ½ sangue Angus Nelore, selecionados de um mesmo rebanho com peso médio inicial de 366,5 kg e idade média inicial de 12 meses, sendo os animais previamente vermifugados.

Foram avaliados consumo de matéria seca, desempenho animal, digestibilidade aparente da dieta, comportamento ingestivo e características de carcaça de novilhos terminados em confinamento alimentados com silagem de milho conservadas com diferentes tipos filmes plásticos dupla face: DF110 $\mu\text{m}$  - polietileno dupla face com espessura de 110  $\mu\text{m}$ ; DF200 $\mu\text{m}$  - polietileno dupla face com espessura de 200  $\mu\text{m}$ ; e DFBO - película impermeável ao oxigênio composta de polietileno dupla face com espessura de 80  $\mu\text{m}$  sobreposta a uma película de poliamida translúcida a vácuo com espessura de 20  $\mu\text{m}$ . O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, composto por três tratamentos e cinco repetições cada, onde cada repetição constou de uma baia com dois animais.

A DF110 $\mu\text{m}$  consistiu-se da utilização de filme plástico dupla face, de polietileno com 110  $\mu\text{m}$  de espessura, Plus Agrolord<sup>®</sup>, da empresa Basso Pancote. A DF200 $\mu\text{m}$  consistiu na utilização de um filme plástico dupla face, de polietileno com espessura 200  $\mu\text{m}$ , da empresa Carga Pesada<sup>®</sup>. O DFBO consistiu no uso do filme plástico Polydress<sup>®</sup> O2Barrier 2IN1, da empresa RKW, que possui uma camada de 80  $\mu\text{m}$  de um filme protetor composta de polietileno tipo dupla face, sobreposta a uma camada de filme vácuo translúcido de poliamida com espessura de 20  $\mu\text{m}$  que garante maior impermeabilidade ao oxigênio.

A forragem de milho colhida referente a cada tratamento foi depositada em silos do tipo trincheira. A abertura dos mesmos ocorreu simultaneamente, aos 75 dias após ensilagem, o manejo no desabastecimento do silo ocorreu durante 100 dias, com retirada diária de 0,15 m. A silagem da porção inicial dos silos e toda a silagem visualmente deteriorada foi descartada e não foi utilizada para a alimentação e avaliação dos animais.

As instalações foram constituídas de 15 baias de confinamento, com área de 15 m<sup>2</sup> cada (2,5 m x 6,0 m). Cada baia possuía um comedouro de concreto medindo 2,30 m de

comprimento, 0,60 m de largura e 0,35 m de altura e um bebedouro metálico regulado por boia automática.

O experimento teve duração de 100 dias para terminação dos animais em confinamento, sendo 16 dias de adaptação às dietas e instalações experimentais e, sequencialmente, três períodos de avaliação de 28 dias. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 6:00 e às 16:00 horas.

O consumo voluntário dos alimentos foi registrado diariamente, pela pesagem da quantidade oferecida e das sobras do dia anterior, considerando ajuste do consumo diário, a fim de manter as sobras em 5% da matéria seca (MS).

As dietas foram formuladas e constituídas por uma mistura de 40% de silagem de milho e 60% de concentrado peletizado, na base seca. Na preparação do concentrado peletizado, foram utilizados os seguintes alimentos: farelo de soja, farelo de trigo, radícula de malte, milho, casca de soja, calcário calcítico, fosfato bicálcico, uréia pecuária, sal comum e premix vitamínico e mineral.

Além do ajuste do consumo, avaliou-se diariamente o escore de sobras de comedouro, através de observação visual. O escore de comedouro foi graduado através de escala diagramática variando de 1 a 6, sendo: 1 - 60% silagem e 40% concentrado; 2 - 50% silagem e 50% concentrado; 3 - 40% silagem e 60% concentrado; 4 - 30% silagem e 70% concentrado; 5 - 20% silagem e 80% concentrado; e 6 - 10% silagem e 90% concentrado, na base seca.

Com relação à avaliação diária do escore de fezes de cada baia, esta ocorreu por meio de observação visual. As fezes foram graduadas por meio de escores, variando de 1 a 5, sendo: 1- fezes líquidas, sem consistência; 2 - fezes soltas, com poucas ondulações, sem definição de forma; 3 - fezes pastosas com pilhas entre 1 e 4,5 centímetros de altura e com 2 a 4 anéis concêntricos; 4 - fezes pouco líquidas com pilhas entre 5 a 7,5 centímetros de altura; 5 - fezes

endurecidas com pilhas com mais de 7,5 centímetros de altura, segundo metodologia adaptada de FERREIRA et al. (2013).

Amostras de silagem milho conservadas com diferentes filmes plásticos e do concentrado utilizado na alimentação dos animais foram encaminhadas à estufa com ventilação forçada a 55 °C por 72 horas para determinação da matéria seca parcial. As amostras pré-secas foram moídas em moinho tipo *Willey* com peneira de 1 mm de diâmetro e conduzidas posteriormente para análise bromatológica.

A partir das amostras pré-secas da silagem de milho e do concentrado, foram determinados os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e proteína bruta (PB), segundo técnicas descritas na AOAC (1995). Os teores da fibra em detergente neutro (FDN) foram obtidos conforme método de VAN SOEST et al. (1991) com  $\alpha$ -amilase termo-estável, a fibra em detergente ácido (FDA) e a lignina (LIG) foram determinadas segundo metodologia de GOERING & VAN SOEST, (1970). Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados conforme equações propostas por WEISS et al. (1992). Para a determinação da matéria seca total, as amostras foram levadas à estufa a 105 °C por 16 horas (SILVA & QUEIROZ, 2009). A Tabela 1 demonstra a composição bromatológica dos alimentos utilizados na alimentação dos animais e os valores médios da ração experimental, com base na matéria seca total.

Os animais foram pesados no início e no fim de cada período experimental de 28 dias. Estas avaliações foram realizadas sob jejum de sólidos de 10 horas, afim a realizar a pesagem individual dos animais. As variáveis avaliadas foram peso corporal (PC, kg), ingestão média de matéria seca, expressa em kg animal dia<sup>-1</sup> (IMSD), ingestão média de matéria seca, expressa em porcentagem do peso vivo (IMSP), ganho de peso médio diário (GMD, kg dia<sup>-1</sup>) e eficiência alimentar (EA, kg kg<sup>-1</sup>).

A IMSD foi mensurada por meio da diferença entre a quantidade diária de alimento fornecido e a quantidade das sobras do alimento do dia anterior, corrigido para matéria seca total. O IMSP foi obtido pela razão entre IMSD e o PC médio do período, multiplicado por 100 ( $\text{IMSP} = \text{IMSD} \div \text{PC} * 100$ ). O GMD foi calculado pela diferença entre o PC final ( $\text{PC}_f$ ) e inicial ( $\text{PC}_i$ ) do período experimental dividido pelos dias avaliados ( $\text{GMD} = \text{PC}_f - \text{PC}_i \div 28$ ). A EA foi obtida pela razão entre o GMD e o IMSD ( $\text{EA} = \text{GMD} \div \text{CMSD}$ ).

A análise do comportamento ingestivo dos animais foi realizada em dois momentos, no fim do primeiro (1º momento) e no fim do terceiro (2º momento) período do confinamento. A análise iniciou-se às 12 horas do primeiro dia e terminou às 12 horas do terceiro dia de avaliação. As observações foram realizadas por oito observadores por turno, durante 48 horas, em sistema de rodízio a cada 6 horas, sendo as leituras tomadas em intervalos regulares de 3 minutos. Os dados do comportamento ingestivo foram representados pelas atividades de ócio, de ruminação, de consumo de água e de consumo de alimento, sendo expressos em horas dia<sup>-1</sup>. Ainda, foram observadas, seguindo a mesma metodologia, a frequência da ocorrência das atividades de alimentação, abeberação, micção, defecação e comportamento oral não ingestivo, expressas em número de vezes dia<sup>-1</sup>. Na observação noturna, o ambiente foi mantido com iluminação artificial.

A determinação da digestibilidade aparente também foi realizada no final do primeiro e do terceiro período de avaliação da terminação dos animais em confinamento. Para isso, foram realizadas amostragens compostas das dietas de cada tratamento durante o período experimental. As coletas dos alimentos foram realizadas uma vez ao dia, seguindo a metodologia de coleta de dois dias consecutivos, sendo armazenadas em freezer. Após o término da avaliação, as amostras foram descongeladas, homogeneizadas para formar uma amostra composta, por baia e tratamento, sendo armazenadas a -15 °C. Em conjunto foi

mensurado o consumo diário de alimentos e de sobras de dois dias consecutivos (48 horas), juntamente com coleta total de fezes produzidas pelos animais de cada baia. Durante o ensaio de digestibilidade aparente, uma amostra homogênea das fezes produzidas foi coletada e armazenada sob resfriamento em intervalos de seis horas. Após dois dias consecutivos de coleta, estas foram misturadas e homogeneizadas para obtenção de uma amostra composta para análises laboratoriais. O peso da amostra de fezes de cada intervalo de seis horas foi proporcional ao volume total de fezes produzidas. As amostras das dietas e das fezes foram secas em estufa de ar forçado a 55°C até peso constante, corrigida para matéria seca total a 105°C, para determinação do teor de matéria seca conforme metodologia de SILVA & QUEIROZ (2009). O teor de matéria seca das sobras e das fezes de cada unidade experimental foi determinado utilizando os mesmos procedimentos adotados na análise da dieta.

O coeficiente de digestibilidade aparente (CD) da MS das dietas experimentais foi determinado conforme a seguinte fórmula:  $CD (\%) = [(g \text{ de nutriente ingerido} - g \text{ de nutriente excretado}) \div g \text{ de nutriente ingerido}] \times 100$ .

Ao término do confinamento foi realizado jejum de sólidos de 10 horas para realização da pesagem dos animais antes do embarque para o frigorífico, obtendo-se o peso de fazenda. O ganho de carcaça no período de confinamento (GCC) expresso em kg foi obtido pela diferença entre o peso de carcaça quente na ocasião do abate e peso corporal inicial ( $PC_i$ ) dos animais sob rendimento teórico de carcaça de 50%. Tomando-se como base o período de 84 dias de confinamento, também foi calculado o ganho médio de carcaça (GMC) expresso em  $kg \text{ dia}^{-1}$ , que foi obtido pela razão entre GCC e PC, assim como, a eficiência de transformação da matéria seca consumida em carcaça (ETC) expressa em  $kg \text{ de MS kg de carcaça}^{-1}$  e a eficiência de transformação do ganho de peso em carcaça que foi obtida pela razão entre GMC e GMD ( $GMC \div GMD$ ) sendo expressa em %. Para os cálculos foram utilizados os pesos de carcaça quente.



Nas carcaças foram mensuradas quatro medidas de desenvolvimento: comprimento de carcaça, que é a distância entre o bordo cranial medial do osso púbis e o bordo cranial medial da primeira costela; comprimento de braço, que é a distância entre a tuberosidade do olécrano e a articulação rádio-carpiana; perímetro de braço, obtido na região mediana do braço circundando com uma fita métrica; e a espessura do coxão, medida por intermédio de compasso, perpendicularmente ao comprimento de carcaça, tomando-se a maior distância entre o corte que separa as duas meias carcaças e os músculos laterais da coxa, conforme as metodologias sugeridas por MULLER (1987). Também, foi mensurada a espessura de gordura subcutânea sobre o músculo *Longissimus dorsi* entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costela, com um uso de paquímetro digital.

No momento do abate, também foi realizada a caracterização das partes do corpo não-integrantes da carcaça dos novilhos abatidos por meio da coleta dos pesos dos seguintes componentes: cabeça, língua, rabo, couro, patas e testículos (denominados componentes externos); e coração, rins, fígado, pulmões, baço, rúmen-retículo cheios, abomaso cheio e intestinos cheios (denominados órgãos vitais).

A análise de viabilidade econômica considerou valores de investimento de estabelecimento e manejo da lavoura de milho, colheita da forragem, vedação dos silos e venda dos animais. Para os cálculos de custos, foram considerados os valores reais praticados em 2018 (ano de execução do trabalho). Para o custo total de produção da silagem de milho (R\$ ha<sup>-1</sup>), foram considerados os insumos: semente de milho (650,00 R\$ sc<sup>-1</sup>); fertilizante químico NPK (850,00 R\$ t<sup>-1</sup>); produtos químicos utilizados no manejo da lavoura (300,00 R\$ ha<sup>-1</sup>); e ureia (915,00 R\$ t<sup>-1</sup>) e mecanização (95 R\$ h<sup>-1</sup>). O custo com mecanização incluiu as atividades de pulverização, semeadura, adubação nitrogenada de cobertura, colheita, transporte e compactação. O custo da vedação com os diferentes filmes plásticos dupla face foi obtido com as empresas fornecedoras dos materiais, sendo: 1,50 R\$ m<sup>2</sup> para o filme DF110µm, 3,40 R\$ m<sup>2</sup>

para o filme DF200 $\mu\text{m}$  e 5,00 R\$  $\text{m}^2$  para o filme DFBO. Os custos de produção da silagem de milho expressos em R\$  $\text{t}^{-1}$  de MS foram corrigidos levando em consideração as perdas de matéria seca. O custo de aquisição da fração concentrada da dieta (concentrado peletizado) foi de 950 R\$  $\text{t}^{-1}$  de MS obtidos junto a empresa fornecedora.

A receita menos o custo com alimentação (RMCA), foi determinada pela diferença entre o valor de venda dos animais no dia do abate e o custo alimentar durante o período de confinamento. O custo de carcaça produzida, expresso em R\$  $\text{kg}^{-1}$  foi obtido por meio da divisão do custo alimentar durante o período de confinamento e o ganho de carcaça durante o período de confinamento.

Para os parâmetros relativos ao desempenho animal, ao comportamento ingestivo, à digestibilidade aparente e às características da carcaça, o delineamento experimental foi de blocos casualizados, composto por três tratamentos, com cinco repetições, onde cada repetição (bloco) correspondeu a uma baia com dois animais. Os dados coletados para cada variável foram submetidos à análise de variância com comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de significância, por intermédio do programa estatístico SAS (1993).

A análise de cada variável seguiu o modelo estatístico:  $Y_{ijk} = \mu + V_i + P_j + B_k + (V*P)_{ij} + E_{ijk}$ ; Onde:  $Y_{ijk}$  = variáveis dependentes;  $\mu$  = Média geral de todas as observações;  $V_i$  = Efeito tipos de filme dupla face de ordem “i”, sendo 1 = DF110 $\mu\text{m}$ , 2 = DF200 $\mu\text{m}$ , e 3 = DFBO;  $P_j$  = Efeito do período de confinamento de ordem “j”, sendo 1 = primeiro momento e 2 = segundo momento;  $B_k$  = Efeito do bloco de ordem “k”, sendo 1 = primeiro, 2 = segundo, 3 = terceiro, 4 = quarto e 5 = quinto;  $(V*P)_{ij}$  = Efeito da interação entre tipo de filme dupla face e o momento de confinamento de ordem “ij” e  $E_{ij}$  = Efeito aleatório residual.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os parâmetros de ganho de peso médio diário (GMD) e eficiência alimentar (EA) apresentados na Tabela 2 houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) dentre os diferentes filmes plásticos dupla face avaliados. Os animais alimentados com a silagem da DF200 $\mu\text{m}$  obtiveram maior GMD e EA no primeiro e no terceiro período de confinamento destacando-se em relação aqueles que foram alimentados com a silagem proveniente da vedação com os filmes DFBO e DF110 $\mu\text{m}$ , os quais não diferiram entre si.

A DF200 $\mu\text{m}$  proporcionou incremento de 0,207 kg animal dia<sup>-1</sup> no primeiro período e 0,156 kg animal dia<sup>-1</sup> no terceiro período em relação aos animais alimentados com a silagem advinda da vedação DF110 $\mu\text{m}$ . Quando comparamos a DF200 $\mu\text{m}$  ao DFBO, o incremento foi na ordem de 0,196 kg animal dia<sup>-1</sup> no primeiro período e de 0,135 kg animal dia<sup>-1</sup> no terceiro período.

A EA apresentou resultado semelhante ao GMD, pois os animais alimentados com a silagem da vedação DF200 $\mu\text{m}$  foram 12,33% mais eficientes no primeiro período e 10,13% mais eficientes no terceiro em comparação aos animais que receberam a silagem do DF110 $\mu\text{m}$  e 13,01% mais eficientes no primeiro período e 8,37% mais eficientes em relação aos alimentados com a silagem do filme DFBO.

NEUMANN et al. (2018) compararam dois tipos de vedação com diferentes filmes dupla face, sendo um filme de polietileno com 110 $\mu\text{m}$  denominada de vedação convencional e outra denominada de dupla vedação que consistiu na utilização de dois filmes de polietileno que totalizavam aproximadamente 200 $\mu\text{m}$ . Os autores relatam que a vedação com o filme dupla face de 200 $\mu\text{m}$  também apresentou maior GMD, proporcionando incremento de 0,245 kg animal dia<sup>-1</sup> em relação aos animais alimentados com silagem vedada com o filme de polietileno de 110 $\mu\text{m}$ .

Ainda, os autores verificaram que a utilização de filme plástico de polietileno dupla face de 200  $\mu\text{m}$  promoveu maiores IMSD (10,02 kg animal  $\text{dia}^{-1}$ ) e IMSP (2,25%) comparadas aos animais alimentados com a vedação com polietileno de 110 $\mu\text{m}$ , resultado que não se repetiu no presente estudo, pois a ingestão de matéria seca expresso em kg  $\text{dia}^{-1}$  (IMSD) e ingestão de matéria seca por 100 kg de peso vivo (IMSP) não sofreram interferência dos diferentes filmes plásticos dupla face ( $P>0,05$ ), fato que pode justificar o aumento da EA destes animais pois os mesmos apresentaram maior GMD sem alterar a ingestão de matéria seca.

Contudo, MACHADO (2020) avaliou o efeito da substituição de uma película de polietileno convencional por um filme com película de barreira ao oxigênio, e constatou que os animais que foram alimentados com a silagem proveniente dos diferentes filmes utilizados na vedação obtiveram desempenho e características de carcaça similares, resultado que diverge do presente estudo. O autor atribui tal resultado à proteção de ambos os filmes com uma cobertura protetora à raios UV, a qual teria atenuado a influência do filme plástico utilizado na vedação do silo sobre o desempenho animal.

O consumo das frações da fibra FDN e FDA foi similar para todos os tratamentos em todos os períodos de avaliação e não apresentaram diferença estatística ( $P>0,05$ ) (Tabela 2). Apesar de o consumo das frações da fibra não terem sofrido influência dos diferentes filmes plásticos dupla face utilizados na vedação, acredita-se que o melhor aproveitamento da dieta fornecida foi capaz de gerar incrementos no GMD e na EA.

Conforme BERNARDES et al. (2012) e NEUMANN et al. (2018) a maior disponibilidade e a otimização da digestão da fibra em detergente neutro (FDN) da silagem de milho, contribuem significativamente para incremento no GMD e melhoria da EA. OBA e ALLEN (1999) sugerem que o aumento em uma unidade em digestibilidade do FDN de forragem está associado ao aumento de 0,23 kg  $\text{dia}^{-1}$  na produção de leite. Diante disso, a

literatura citada acima permite concluir que o processo de conservação da silagem em que utilizou-se o filme DF200 $\mu$ m foi mais eficiente possibilitando maior conservação da massa ensilada e conseqüentemente melhor aproveitamento da dieta ofertada.

Porém, para KENDALL et al. (2009) a atribuição direta da maior digestibilidade de FDN ao aumento de desempenho é complexa, ainda segundo o autor há grande variação de resultados relatados na literatura, pois o efeito da digestibilidade do FDN pode ser confundido por diferenças na concentração de FDN de forragem e da dieta e taxa de pesagem da dieta.

Os diferentes filmes plásticos dupla face não causaram modificações significativas ( $P>0,05$ ) nos escores de comedouro e de fezes com o avanço dos períodos de confinamento (Tabela 2), demonstrando que não houve seleção da dieta pelos animais, visto que o escore se manteve constante durante todo o período de avaliação.

Os dados de ganho de carcaça apresentados na Tabela 3 indicam que o ganho médio de carcaça (kg)equivalente ao período total de confinamento (GCC) dos animais alimentados com silagem de milho coberta com o filme DF200 $\mu$ m foi 8,38% superior comparativamente ao tratamento DFBO e 10,34% superior ao tratamento DF110 $\mu$ m. Em relação ao ganho médio de carcaça, expresso em kg dia<sup>-1</sup> (GMC), os animais alimentados com a silagem da vedação DF200 $\mu$ m obtiveram ganho superior em 10,29% aos alimentados com a silagem coberta com o filme DF110 $\mu$ m, porém não diferiu estatisticamente da DFBO ( $P>0,05$ ). Resultado atribuído ao filme plástico utilizado na vedação, visto que, os animais apresentavam o mesmo grupamento genético, peso corporal inicial aproximado e dieta constante durante todo o período experimental.

Para os parâmetros de eficiência de transformação do ganho de peso em carcaça (GMC GMD<sup>-1</sup>, %) e eficiência de transformação da matéria seca consumida em carcaça (ETC) não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ).

NEUMANN et al. (2018), comparando diferentes tipos de vedação sobre o desempenho e ganho de carcaça, constatou incremento de 10,57% para o GMC e de 10,95% de GCC utilizando filme plástico dupla face com 200 $\mu$ m de espessura em comparação a um filme plástico de polietileno dupla face com 110 $\mu$ m de espessura, fato atribuído pelos autores ao melhor aproveitamento da fração fibrosa do volumoso, devido a capacidade de isolamento do filme plástico, reduzindo a entrada de O<sub>2</sub> no silo resultando na melhor condução do processo fermentativo.

A produção de esterco dos animais confinados apresentou diferença estatística ( $P < 0,05$ ) para os diferentes tratamento (Tabela 4). Os animais alimentados com a silagem em que utilizou-se o filme DF200 $\mu$ m apresentaram as menores produções de esterco kg MN dia<sup>-1</sup> e produção de esterco kg MS dia<sup>-1</sup> (13,58 e 2,50, respectivamente) em relação a aqueles que receberam silagem vedada com o filme DF110 $\mu$ m (17,66 e 3,00, respectivamente), enquanto que, os que foram alimentados com a silagem coberta com o filme DFBO apresentaram valores intermediários ( $P > 0,05$ ) tanto para produção de esterco kg MN dia<sup>-1</sup> e produção de esterco kg MS dia<sup>-1</sup> (15,57 e 2,76, respectivamente).

A digestibilidade aparente da MS da dieta (Tabela 4) que continha silagem vedada com o filme DF200 $\mu$ m foi superior (72,52%) ao das dietas que eram compostas pela silagem vedada com DF110 $\mu$ m (67,79%), porém a digestibilidade aparente da MS da silagem proveniente do silo vedado com DFBO (69,35%) não diferiu ( $P > 0,05$ ) da silagem dos demais filmes avaliados, resultado que complementa os dados apresentados nas Tabelas 2 e 3. Os animais que foram alimentados com a silagem vedada com o filme DF200 $\mu$ m apresentaram desempenho superior, evidenciando a influência do filme plástico sobre a qualidade de conservação do alimento ensilado e refletiu diretamente no desempenho dos animais, visto que, a relação concentrado volumoso da dieta foi constante para todos os tratamentos durante todo o período experimental e não houve seleção pela fração concentrada da dieta conforme apresentado na Tabela 2.

Filmes plásticos com maior permeabilidade ao oxigênio possibilitam que o ambiente dentro do silo mantenha-se propício para o desenvolvimento de microrganismos tolerantes a

aerobiose que proliferam-se rapidamente, resultando na queda da quantidade de ácidos capazes de manter a conservação da silagem e os índices de pH se elevam, indicando falha de vedação e conservação do material ensilado (BERNARDES et al. 2012). Segundo LIMA et al. (2017) e PAHLOW et al. (2003), silagens provenientes de vedação com filmes a base de polietileno com espessura média de 110 $\mu$ m possuem maiores concentrações de populações de microrganismos como bacilos, fungos e leveduras que são capazes de causar deterioração da massa ensilada, degradando principalmente os polissacarídeos e a hemicelulose, impactando diretamente no desempenho produtivo dos animais.

LIMA et al. (2017), avaliaram a eficiência de armazenamento de silagem protegida com diferentes filmes plásticos e constataram que houve incremento de 8% na concentração de FDN e redução de 15% de amido e 9% na produção de leite de animais alimentados com silagem proveniente de vedação convencional com filme de polietileno dupla face com baixa espessura.

A redução na produção de fezes associado ao aumento da digestibilidade das dietas fornecidas aos ruminantes vai diretamente de encontro com a crescente preocupação dos

impactos ambientais causados pelas atividades agrícola e pecuária, reforçando a importância da eficiência na conservação dos alimentos, aproveitamento de recursos naturais, nutrientes disponíveis e eficiência produtiva dos animais (WILKINSON & RINNE, 2017).

Do mesmo modo que o desempenho produtivo, o comportamento ingestivo (Tabela 5 e 6) sofreu alterações em função dos diferentes filmes plásticos utilizados na vedação dos silos ( $P < 0,05$ ). Os animais que receberam a silagem proveniente da vedação com o DF110 $\mu$ m passaram mais horas do dia consumindo alimento e água (2,59 e 0,18 horas dia<sup>-1</sup>, respectivamente) em relação aos animais alimentados com a silagem coberta com o filme DF200 $\mu$ m (2,29 e 0,12 horas dia<sup>-1</sup>, respectivamente) e DFBO (2,12 e 0,15 horas dia<sup>-1</sup>, respectivamente). Para as atividades de ruminação e ócio, expressos em horas dia<sup>-1</sup> (Tabela 5) não houve interferência do tipo de filme utilizado na vedação do silo ( $P > 0,05$ ).

De acordo com VAN SOEST (1994), o tempo despendido à atividade de ruminação é proporcional ao teor de parede celular contido nos alimentos volumosos, fator que não teve influência sobre o tempo de ruminação, visto que, as dietas experimentais eram compostas pela mesma fonte de volumoso proveniente da mesma área de cultivo.

NEUMANN et al. (2018), constataram que animais alimentados com silagem vedada com filme dupla face causou alteração no comportamento ingestivo, aumentando o tempo de ócio e reduzindo o tempo de ruminação, alimentação e excreções sólidas, quando comparado a vedação com filme de polietileno dupla face de baixa espessura, vale também ressaltar que os animais selecionaram a dieta, enquanto que, neste estudo os escores de comedouro foram similares (Tabela 2). OLIVEIRA et al. (2011) reforçam que esses comportamentos são influenciáveis de acordo com a quantidade de fibra presente no alimento, estimulando a mastigação e ruminação.



Além dos animais alimentados com a silagem da vedação com o filme DF110 $\mu$ m passarem mais tempo consumindo alimentos e água, os novilhos também acessaram com maior frequência o comedouro (Tabela 6) (15,63 vezes dia<sup>-1</sup>) em comparação aos novilhos alimentados com a silagem vedada com o filme DF200 $\mu$ m (12,17 vezes dia<sup>-1</sup>), já os animais alimentados com a silagem proveniente da vedação com o DFBO apresentaram frequência intermediária de acesso ao comedouro (14,13 vezes dia<sup>-1</sup>), não diferindo dos demais tratamentos ( $P>0,05$ ). A frequência de defecação e micção não sofreu influência do tipo de filme plástico dupla face utilizado na vedação ( $P>0,05$ ).

A flora de microrganismos aeróbios facultativos presentes na silagem quando na presença de oxigênio iniciam a oxidação, principalmente de açúcares e polissacarídeos, e utilizam ácidos orgânicos como substrato, reduzindo o valor energético do alimento e contribuindo com incremento dos teores de ácido butírico, causado por falha na vedação do silo ou filme plástico de baixa qualidade utilizado para vedar o silo. Em altas quantidades desse ácido ocorre redução de ingestão de MS e pode ocasionar distúrbios metabólicos (PAHLOW et al. 2003; KRIZSAN & RANDBY, 2007).

Em geral, na média para os parâmetros de rendimento de carcaça, espessura de gordura, comprimento de carcaça, espessura de coxão, comprimento de braço e perímetro de braço, não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre os animais alimentados com silagem de milho

vedada com diferentes filmes plásticos dupla face (Tabela 7), com valores médios de 54,98%, 4,4 mm, 1,29 cm, 22,6 cm, 38,1 cm e 47,5 cm, respectivamente.

Quanto ao peso vivo de abate e peso de carcaça quente os animais alimentados com silagem proveniente da vedação com o filme DF200 $\mu$ m obtiveram maiores valores ( $P < 0,05$ ) ao final do confinamento (495,8 kg e 273,5 kg, respectivamente) frente aos animais alimentados com silagem da vedação com o DFBO (485,8 kg e 266,9 kg, respectivamente) e DF110 $\mu$ m (478,7 kg e 262,2 kg, respectivamente), resultado que complementa o maior GMD, EA (Tabela 2) e GCC (Tabela 3) dos animais alimentados com silagem da vedação com DF200 $\mu$ m, demonstrando que esta silagem proporcionou maior eficiência produtiva durante o período de confinamento, resultando em maior peso de carcaça, colaborando para maior remuneração ao final do período de confinamento e diluição de custos.

NEUMANN et al. (2018) avaliando características de carcaça em novilhos confinados alimentados com silagens provenientes de diferentes tipos de vedação, constataram que o filme plástico utilizado na vedação do silo não teve influência sobre essas características. Os autores obtiveram valores de rendimento de carcaça semelhantes aos do presente trabalho (54,7%) e espessura de gordura (3,8mm) inferior aos obtidos neste estudo.

Independentemente do tipo de vedação avaliado no presente estudo notou-se um bom rendimento de carcaça, sendo em média de 54,98% e uma carcaça que atendeu às exigências de cobertura de gordura subcutânea imposta pelo frigorífico (acima de 4 mm), que tem por objetivo evitar perdas por resfriamento, visto que o mínimo preconizado para evitar tais perdas é de 3 mm (MULLER, 1987). Já carcaças com cobertura acima de 6 mm de gordura, podem acarretar em maiores custos operacionais ao frigorífico e perda de peso de carcaça, devido ao processo de “toilette” que essas carcaças são submetidas antes da pesagem (COSTA et al., 2002).

Os animais deste estudo alimentados com silagem armazenada sob vedação com o filme DF200 $\mu$ m apresentaram maior peso de carcaça quente. De acordo com COSTA et al. (2002) animais mais pesados no momento do abate, podem modificar desempenho e características de carcaça, melhorando a conformação e a cobertura de gordura da carcaça, uma vez que, esses parâmetros são de grande importância para confinamentos já que estão relacionados a diluição de custos e qualidade de produto final.

Com relação aos componentes não integrantes de carcaça (Tabela 8), não evidenciou-se alterações ( $P>0,05$ ) entre os animais alimentados com silagem de milho submetidas a diferentes tipos de filmes plásticos dupla face.

NEUMANN et al. (2008), relacionam o nível de fibra e quantidade energética da dieta como fatores que podem agir sobre os componentes não integrantes de carcaça e as características de carcaça. Os autores ainda afirmam que o tamanho dos órgãos vitais está relacionado às exigências energéticas para manutenção, consumo de alimentos e desempenho animal. Os animais foram selecionados dentro do mesmo grupo genético e eram indivíduos com tamanho de frame homogêneo, evidenciando o efeito dos tratamentos sobre os parâmetros apresentados nas Tabelas 3 e 7.

Na Tabela 9 estão representados os dados da análise de viabilidade econômica das diferentes dietas experimentais. A silagem vedada com o filme plástico dupla face DF110 $\mu$ m apresentou o menor custo em R\$  $t^{-1}$  MS e custo corrigido para perdas de matéria seca (PMS) R\$  $t^{-1}$  MS (200,55 e 239,35, respectivamente), porém a receita bruta obtida à partir da venda dos animais alimentados com esta dieta foi menor (2854,18 R\$  $Boi^{-1}$ ) em comparação a receita bruta obtida pelo animais alimentados com dieta composta pela silagem vedada com os filmes DF200 $\mu$ m e DFBO (2987,35 R\$  $boi^{-1}$  e 2969,60 R\$  $boi^{-1}$ , respectivamente).

O custo de carcaça produzida pelos animais alimentados com a dieta composta pela silagem de milho vedada com o filme DF200 $\mu$ m foi o menor (6,49 R\$  $kg^{-1}$ ) em comparação com os filmes DF110 $\mu$ m e DFBO, que apresentaram o mesmo custo de carcaça produzida (7,22

R\$ kg<sup>-1</sup>). A receita menos o custo com alimentação (RMCA) foi superior quando utilizou-se o filme DF200µm (2404,64 R\$ boi<sup>-1</sup>) em comparação à RMCA obtida quando utilizou-se o DFBO (2373,17 R\$ boi<sup>-1</sup>) e o DF110µm (2272,91 R\$ boi<sup>-1</sup>).

De acordo com BERNARDES (2016), para cada \$1,00 investido em filme plástico e mão de obra para vedar o silo tem-se um retorno econômico de \$ 8,00 em redução de perdas e melhor aproveitamento do alimento.

Da mesma forma BORREANI e TABACCO (2014) relatam que o investimento em vedação e aquisição de filmes plásticos de qualidade proporcionam maior benefício econômico, devido à obtenção de silagens com melhores perfis fermentativos, menores perdas de matéria seca, menor descarte de material deteriorado e melhora no desempenho de animais. Os dados de análise econômica do presente estão em concordância com o relatado pelos autores, pois demonstram que o investimento em aquisição filmes plásticos de qualidade e com maior valor agregado possibilitam maior retorno financeiro ao produtor, devido a melhoria de desempenho dos animais confinados.

## CONCLUSÃO

A utilização do filme plástico dupla face DF200µm proporcionou maior ganho de peso médio diário, melhor eficiência alimentar, maior ganho de carcaça e melhor digestibilidade aparente da matéria seca da dieta de novilhos terminados em confinamento. Portanto, dentre os parâmetros avaliados a vedação com o filme DF200µm é o mais indicado para o armazenamento de silagem de milho em silos do tipo trincheira.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists**. 16<sup>th</sup> ed. Washington, 1995.

BERNARDES, T. F. Advances in Silage Sealing. In: DA SILVA, T.; SANTOS, E.M.

**Advances in Silage Production and Utilization.** InTech, 2016, p.53-62.

BERNARDES, T.F.et al. Silage review: Unique challenges of silages made in hot and cold regions. **Journal of Dairy Science**, v.101, n.5, p.4001-4019, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030218303230>. Acesso em: Mai. 07, 2020. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13703>

BERNARDES, T.F.et al. Top spoilage losses in maize silage sealed with plastic films with different permeabilities to oxygen. **Grass and Forage Science**, v.67, n.1, p.34-42, 2012. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2494.2011.00823.x> . Acesso em: Mai. 15, 2020. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2011.00823.x>

BORREANI, G.; TABACCO, E. Improving corn silage quality in the top layer of farmbunker silos through the use of a next generation barrier film with high impermeability to oxygen. **Journal Dairy Science**, v.97, n.4, p.2415-2426, 2014. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Giorgio\\_Borreani/publication/260377588\\_Improving\\_corn\\_silage\\_quality\\_in\\_the\\_top\\_layer\\_of\\_farm\\_bunker\\_silos\\_through\\_the\\_use\\_of\\_a\\_nextgeneration\\_barrier\\_film\\_with\\_high\\_impermeability\\_to\\_oxygen/links/54c79c550cf289f0cecd6a57/Improving-corn-silage-quality-in-the-top-layer-of-farm-bunker-silos-through-the-use-of-a-next-generation-barrier-film-with-high-impermeability-to-oxygen.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Giorgio_Borreani/publication/260377588_Improving_corn_silage_quality_in_the_top_layer_of_farm_bunker_silos_through_the_use_of_a_nextgeneration_barrier_film_with_high_impermeability_to_oxygen/links/54c79c550cf289f0cecd6a57/Improving-corn-silage-quality-in-the-top-layer-of-farm-bunker-silos-through-the-use-of-a-next-generation-barrier-film-with-high-impermeability-to-oxygen.pdf). Acesso em: Jun. 07, 2020. doi: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-7632>

BORREANI, G. A et al. New oxygen barrier film reduces aerobic deterioration in farm-scale corn silage. **Journal of Dairy Science**, v.90, n.10, p.4701-4706, 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030207719355>. Acesso em: Mai. 15, 2020. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0310>

BORREANI, G. et al. Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. **Journal of Dairy Science**, v.101, n.5, p.3952-3979, 2018. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/profile/Giorgio\\_Borreani/publication/324867628\\_Silage\\_review\\_Factors\\_affecting\\_dry\\_matter\\_and\\_quality\\_losses\\_in\\_silages/links/5bcdec08a6fdcc204a00095e/Silage-review-Factors-affecting-dry-matter-and-quality-losses-in-silages.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Giorgio_Borreani/publication/324867628_Silage_review_Factors_affecting_dry_matter_and_quality_losses_in_silages/links/5bcdec08a6fdcc204a00095e/Silage-review-Factors-affecting-dry-matter-and-quality-losses-in-silages.pdf). Acesso em:

Mai. 12, 2020. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13837>

COSTA, E.C. et al. Características da carcaça de novilhos Red Angus superprecoce abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.119-128, 2002. Disponível em:

[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982002000100014&script=sci\\_abstract&tlng=es](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982002000100014&script=sci_abstract&tlng=es). Acesso em: Jun. 10, 2020. doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000100014>.

FERREIRA, S.; GUIMARÃES, T.; MOREIRA, K.; ALVES, V.; LEMOS, B.; SOUZA, F. Caracterização fecal de bovinos. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v.20, p.1-22, 2013. Disponível em:

[http://faef.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/gxBqUaQtId7aE3R\\_2013-6-21-15-54-36.pdf](http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/gxBqUaQtId7aE3R_2013-6-21-15-54-36.pdf). Acesso em: Abr. 26, 2020.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. Forage fiber analysis: apparatus reagents, procedures and some applications. Washington, D.C.: Agricultural Handbook, 1970. 379p.

KENDALL, C. et al. Intake and milk production of cows fed diets that differed in dietary neutral detergent fiber and neutral detergent fiber digestibility. **Journal of dairy science**, v. 92, n. 1, p. 313-323, 2009. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030209703352#bib22>. Acesso em: Dez. 17, 2020. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1482>

KRIZSAN, S.J.; RANDBY, A.T. The effect of fermentation quality on the voluntary intake of grass silage by growing cattle fed silage as the sole feed. **Journal of Animal Science**, v.85, n.4, p.984–996, 2007. Disponível em: <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/85/4/984/4788857>. Acesso em: Jun. 01, 2020. doi: <https://doi.org/10.2527/jas.2005-587>

LIMA, L.M. et al. Lining bunker walls with oxygen barrier film reduces nutrient losses in corn silages. **Journal of Dairy Science**, v.100, n.6, p.4565-4573, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030217302953>. Acesso em: Mai. 16, 2020. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12129>

MAHANNA, B.; CHASE, L.E. Practical applications and solutions to silage problems. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. ed. **Silage Science and Technology**. America. Society of Agronomy Crop Science Society of America Soil Science Society of America, Madison, WI, v.42, p.855-895, 2003.

MÜLLER, L. Rio Grande do Sul: Santa Maria, 1987. 31p. **Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaça de novilhos**. 2. ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria. 1987. 31p.

NEUMANN, M. et al. Uso de dupla vedação em silagem de milho sobre o desempenho de novilhos confinados. **Revista de Ciências Agroveterinárias (Journal of Agroveterinary Sciences)**, v.17, n.1, p.100-106, 2018. Disponível em:

<https://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/9707>. Acesso em: Mai.

26, 2020. doi: <https://doi.org/10.5965/223811711712018100>

NEUMANN, M. et al. Componentes de rendimento e características da carne e carcaça de novilhos confinados sob efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho na ensilagem. **Ciência rural**, v.38, n.2, p.423-431, 2008. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/331/33138221.pdf>. Acesso em: Jun. 01, 2020.

OBA, M.; ALLEN, M. S. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 82, n. 3, p. 589-596, 1999. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030299752719>. Acesso em: Dez. 15, 2020. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75271-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75271-9)

OLIVEIRA, M.R. et al. Comportamento de novilhos confinados com silagens de milho oriundas de diferentes estádios de maturação e níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.10, n.1, p.56-65, 2011. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/292>. Acesso em: Jun. 07, 2020. doi: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v10n1p56-65>

PAHLOW, G. et al. Microbiology of ensiling. **American Society of Agronomy**, v.42, p.31-94, 2003. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/40102617\\_Microbiology\\_of\\_Ensiling](https://www.researchgate.net/publication/40102617_Microbiology_of_Ensiling). Acesso em:

Mai. 15, 2020. doi: [10.2134/agronmonogr42.c2](https://doi.org/10.2134/agronmonogr42.c2)

SAS INSTITUTE. SAS/STAT user's guide: statistics, version 6. 4.ed. North Caroline, 1993. V.2, 943p.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análise de alimentos, métodos químicos e biológicos.

3.ed.Viçosa: UFV, 2009. 235p



SILVA, M.S.J.D. et al. Production technology and quality of corn silage for feeding dairy cattle in Southern Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.44, n.9, p.303-313, 2015. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/profile/Mabio\\_Da\\_Silva2/publication/282773052\\_Production\\_t echnology\\_and\\_quality\\_of\\_corn\\_silage\\_for\\_feeding\\_dairy\\_cattle\\_in\\_Southern\\_Brazil/links/561cfd9708aecd1acb2cb7.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Mabio_Da_Silva2/publication/282773052_Production_t echnology_and_quality_of_corn_silage_for_feeding_dairy_cattle_in_Southern_Brazil/links/561cfd9708aecd1acb2cb7.pdf). Acesso em: Jun. 16, 2020.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2 ed. Ithaca, NY: Cornell University Press, 476p., 1994.

VAN SOEST, P.J et al. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991. Disponível em: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(91\)78551-2/](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(91)78551-2/). Acesso em: Mai. 11, 2020. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)

WEISS, W.P. et al. A theoretically based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, v.39, n.1, p.95-110, 1992. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0377840192900344>. Acesso em: Mai. 16, 2020. doi: [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(92\)90034-4](https://doi.org/10.1016/0377-8401(92)90034-4)

WILKINSON J.M. Silage and animal health. **Natural Toxins**, v.7, p.212–230, 1999. Disponível em: [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/1522-7189\(199911/12\)7:6<221::AID-NT76>3.0.CO;2-H](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/1522-7189(199911/12)7:6<221::AID-NT76>3.0.CO;2-H). Acesso em: Mai. 02, 2020. doi: [https://doi.org/10.1002/1522-7189\(199911/12\)7:6<221::AID-NT76>3.0.CO;2-H](https://doi.org/10.1002/1522-7189(199911/12)7:6<221::AID-NT76>3.0.CO;2-H)

WILKINSON, J.M.; FENLON, J.S. A meta-analysis comparing standard polyethylene and oxygen barrier film in terms of losses during storage and aerobic stability of silage. **Grass and**

**Forage Science**, v.69, n.3, p.385-392, 2014. Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gfs.12087>. Acesso em: Mai. 25, 2020. doi:

<https://doi.org/10.1111/gfs.12087>

WILKINSON, J.M; RINNE, M. Highlights of progress in silage conservation and future perspectives. **Grass and Forage Science**, v.73, n.1, p.40-52, 2018. Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/gfs.12327>. Acesso em: Mai. 15, 2020. doi:

<https://doi.org/10.1111/gfs.12327>

Tabela 1. Composição química das silagens e das dietas experimentais.

Composição	Filmes Plásticos– Silagem		
	DF110 $\mu$ m	DF200 $\mu$ m	DFBO
Matéria seca, %	42,07	42,61	41,08
Matéria mineral, % MS	2,31	2,32	2,40
Proteína bruta, % MS	6,77	6,79	7,26
Fibra em detergente neutro, % MS	53,67	52,92	53,54
Fibra em detergente ácido, % MS	30,03	29,38	29,12
Lignina, % MS	5,19	5,03	5,14
Nutrientes digestíveis totais, %	66,82	67,28	67,45
	Filmes Plásticos - Dietas experimentais		
	DF110 $\mu$ m	DF200 $\mu$ m	DFBO
Matéria seca, %	70,73	71,27	71,37
Matéria mineral, % MS	4,98	5,16	4,90
Proteína bruta, % MS	14,52	14,81	14,54
Fibra em detergente neutro, % MS	40,83	39,41	40,23
Fibra em detergente ácido, % MS	19,54	18,67	19,44
Lignina, % MS	5,62	5,50	5,46
Nutrientes digestíveis totais, %	74,16	74,77	74,23

Tabela 2. Ganho de peso médio diário (GMD), ingestão de matéria seca expresso em kg dia<sup>-1</sup> (IMSD) ou por 100 kg de peso vivo (IMSP), eficiência alimentar (EA), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), consumo de fibra em detergente ácido (CFDA) e escore qualitativo de comedouro e escore de fezes, de novilhos terminados em confinamento com silagem de milho armazenada em silos trincheira sob diferentes filmes plásticos dupla face, conforme os períodos de avaliação.

Parâmetro	Filmes Plásticos			Média	CV	EPM	P>F
	DF110µm	DF200µm	DFBO				
<u>GMD, (kg dia<sup>-1</sup>):</u>							
0 a 28 dias	1,264 b	1,471 a	1,275 b	1,337	17,19	0,059	0,0274
0 a 56 dias	1,513 a	1,596 a	1,504 a	1,538	12,71	0,050	0,7191
0 a 84 dias	1,373 b	1,529 a	1,394 b	1,432	11,77	0,043	0,0341
<u>IMSD, (kg dia<sup>-1</sup>):</u>							
0 a 28 dias	9,88 a	10,05 a	9,98 a	9,97	6,83	0,176	0,9288
0 a 56 dias	10,16 a	10,17 a	10,21 a	10,18	7,41	0,195	0,9953
0 a 84 dias	10,06 a	10,10 a	9,89 a	10,02	7,64	0,197	0,9005
<u>IMSP, (% do peso vivo):</u>							
0 a 28 dias	2,33 a	2,25 a	2,30 a	2,29	6,25	0,037	0,6737
0 a 56 dias	2,41 a	2,36 a	2,38 a	2,38	5,12	0,032	0,8142
0 a 84 dias	2,29 a	2,24 a	2,22 a	2,25	5,38	0,031	0,6811
<u>EA: GMD:CMSD, (kg kg<sup>-1</sup>):</u>							
0 a 28 dias	0,128 b	0,146 a	0,127 b	0,134	14,80	0,005	0,0403
0 a 56 dias	0,148 a	0,157 a	0,146 a	0,150	9,27	0,004	0,4721
0 a 84 dias	0,204 b	0,227 a	0,208 b	0,213	9,04	0,005	0,0466
<u>CFDN, (kg dia<sup>-1</sup>):</u>							
0 a 28 dias	4,03 a	3,97 a	3,91 a	3,97	6,64	0,068	0,8000
0 a 56 dias	4,13 a	3,99 a	4,17 a	4,10	9,49	0,100	0,7406
0 a 84 dias	3,99 a	3,92 a	3,84 a	3,90	7,60	0,076	0,7337
<u>CFDA, (kg dia<sup>-1</sup>):</u>							
0 a 28 dias	1,93 a	1,88 a	1,89 a	1,90	6,61	0,032	0,8265
0 a 56 dias	1,98 a	1,89 a	2,02 a	1,96	9,58	0,048	0,5683
0 a 84 dias	1,91 a	1,85 a	1,86 a	1,87	7,61	0,0367	0,8034
<u>Escore de comedouro, escore:</u>							
0 a 28 dias	2,96 a	2,32 a	2,81 a	2,70	25,52	0,178	0,2159
0 a 56 dias	2,91 a	2,46 a	2,94 a	2,77	19,39	0,139	0,9302
0 a 84 dias	2,86 a	2,54 a	2,92 a	2,77	17,29	0,124	0,7287
<u>Escore de fezes, escore:</u>							
0 a 28 dias	3,06 a	2,92 a	3,12 a	3,04	4,96	0,039	0,2694
0 a 56 dias	2,96 a	2,99 a	2,99 a	2,98	3,33	0,026	0,1623
0 a 84 dias	2,86 a	2,73 a	2,81 a	2,80	4,98	0,036	0,0716

Médias na linha, seguidas por letras minúsculas diferentes, diferem entre si pelo Teste Tukey a 5%.CV: Coeficiente de variação; EPM: Erro padrão da média.

Tabela 3. Ganho médio de carcaça, expresso em kg dia<sup>-1</sup> (GMC) e em kg equivalente ao período total de confinamento (GCC), eficiência de transformação do ganho de peso em carcaça (GMC GMD<sup>-1</sup>, %) e eficiência de transformação da matéria seca consumida em carcaça (ETC) de novilhos terminados em confinamento com silagem de milho armazenada em silos trincheira sob diferentes filmes plásticos dupla face.

Parâmetro	Filmes Plásticos			Média	CV	EPM	P>F
	DF110µm	DF200µm	DFBO				
GMC (kg dia <sup>-1</sup> )	0,959 b	1,069 a	0,983ab	1,004	9,55	0,024	0,0205
GCC (Kg)	80,53 b	89,82 a	82,59 b	84,30	9,56	2,080	0,0203
GMC GMD (%)	70,20 a	69,95 a	73,18 a	71,10	6,79	1,247	0,5288
ETC (kg)	10,6 a	9,5 a	10,13 a	10,1	8,25	0,214	0,1705

Médias na linha, seguidas por letras minúsculas diferentes, diferem entre si pelo Teste Tukey a 5%.

CV: Coeficiente de variação; EPM: Erro padrão da média.

Tabela 4. Produção de fezes em kg dia<sup>-1</sup>, base natural ou base seca, teor de matéria seca das fezes e digestibilidade aparente da matéria seca da dieta de novilhos terminados em confinamento com silagem de milho armazenada em silos trincheira sob diferentes filmes plásticos dupla face, conforme os períodos de avaliação.

Filmes Plásticos	Período de confinamento		Média
	1° Momento	2° Momento	
	Produção de fezes, kg dia de MN <sup>-1</sup>		
DF110µm	18,17	17,15	17,66 A
DF200µm	14,01	13,15	13,58 B
DFBO	15,39	15,75	15,57 AB
Média	15,86 a	15,13 a	
	Matéria seca do fezes, %		
DF110µm	17,24	16,90	17,07 A
DF200µm	18,78	17,94	18,36 A
DFBO	18,08	17,68	17,88 A
Média	18,04 a	17,45 a	
	Produção de fezes, kg dia de MS <sup>-1</sup>		
DF110µm	3,11	2,89	3,00 A
DF200µm	2,63	2,37	2,50 B
DFBO	2,77	2,75	2,76 AB
Média	2,84 a	2,63 a	
	Digestibilidade aparente da MS, %		
DF110µm	68,07	67,51	67,79 B
DF200µm	72,44	72,60	72,52 A
DFBO	70,11	68,59	69,35AB
Média	70,21 a	69,97 a	

Médias, seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna, diferem entre si pelo Teste Tukey a 5%.

Médias, seguidas por letras minúsculas diferentes na linha, diferem entre si pelo Teste F a 5%.

Tabela 5. Comportamento ingestivo expresso em horas dia<sup>-1</sup> representado pelas atividade de consumo de alimentos, consumo de água, ruminação e ócio de novilhos terminados em confinamento com silagem de milho armazenada em silos trincheira sob diferentes filmes plásticos dupla face, conforme os períodos de avaliação.

Filmes Plásticos	Período de confinamento		Média
	1º Momento	2º Momento	
Consumo de alimentos, horas dia <sup>-1</sup>			
DF110µm	2,72	2,46	2,59 A
DF200µm	2,57	2,02	2,29B
DFBO	2,20	2,04	2,12 B
Média	2,50 a	2,17 b	
Consumo de água, horas dia <sup>-1</sup>			
DF110µm	0,16	0,19	0,18 A
DF200µm	0,10	0,15	0,12 B
DFBO	0,16	0,13	0,15 B
Média	0,14 a	0,16 a	
Ruminação, horas dia <sup>-1</sup>			
DF110µm	5,47	4,84	5,15 A
DF200µm	5,09	4,61	4,85 A
DFBO	6,09	5,48	5,78 A
Média	5,55 a	4,97 a	
Ócio, horas dia <sup>-1</sup>			
DF110µm	15,68	16,56	16,12 A
DF200µm	16,32	17,27	16,79 A
DFBO	15,57	16,37	15,97 A
Média	15,86 a	16,73 a	

Médias, seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna, diferem entre si pelo Teste Tukey a 5%.

Médias, seguidas por letras minúsculas diferentes na linha, diferem entre si pelo Teste F a 5%.

Tabela 6. Comportamento ingestivo, representado pela frequência de atividades de alimentação, abeberação, defecação, micção e comportamento oral não ingestivo, expressos em vezes dia<sup>-1</sup>, de novilhos terminados em confinamento com silagem de milho armazenada em silos trincheira sob diferentes filmes plásticos dupla face, conforme os períodos de avaliação.

Filmes Plásticos	Período de confinamento		Média
	1° Período	3° Período	
	Alimentação, vezes dia <sup>-1</sup>		
DF110µm	16,67	14,58	15,63 A
DF200µm	12,75	11,58	12,17 B
DFBO	13,50	14,75	14,13 AB
Média	14,31 a	14,03 a	
	Abeberação, vezes dia <sup>-1</sup>		
DF110µm	5,50	5,58	5,54 A
DF200µm	4,08	5,00	4,54 A
DFBO	5,08	4,58	4,83 A
Média	4,89 a	5,06 a	
	Defecação, vezes dia <sup>-1</sup>		
DF110µm	6,42	6,25	6,33 A
DF200µm	6,33	5,08	5,71 A
DFBO	6,08	8,08	7,08 A
Média	6,28 a	6,64 a	
	Micção, vezes dia <sup>-1</sup>		
DF110µm	5,25	5,58	5,42 A
DF200µm	4,42	4,08	4,25 A
DFBO	4,67	6,00	5,33 A
Média	4,78 a	5,28 a	
	Comportamento oral não ingestivo, vezes dia <sup>-1</sup>		
DF110µm	5,00	5,08	5,04 A
DF200µm	4,00	3,42	3,71AB
DFBO	3,42	1,83	2,63 B
Média	4,14 a	3,22 a	

Médias, seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna, diferem entre si pelo Teste Tukey a 5%.

Médias, seguidas por letras minúsculas diferentes na linha, diferem entre si pelo Teste F a 5%.



Tabela 7. Características da carcaça de novilhos terminados em confinamento com silagem de milho armazenada em silos trincheira sob diferentes filmes plásticos dupla face.

Parâmetro	Filmes Plásticos			Média	CV	EPM	P>F
	DF110 $\mu$ m	DF200 $\mu$ m	DFBO				
Peso vivo inicial (kg)	363,4 a	367,4 a	368,4 a	366,5	2,63	2,488	0,6767
Peso vivo de abate (kg)	478,7 b	495,8 a	485,8ab	486,8	4,50	5,643	0,0449
Peso de carcaça quente (kg)	262,2 b	273,5 a	266,9ab	267,6	4,48	2,996	0,0334
Rendimento de carcaça (%)	54,77 a	55,16 a	55,00 a	54,98	0,98	0,139	0,5477
Espessura de gordura (mm)	4,4 a	4,4 a	4,3 a	4,4	22,61	0,254	0,9831
Comprimento de carcaça (m)	1,28 a	1,30 a	1,29 a	1,29	1,69	0,006	0,3770
Espessura de coxão (cm)	23,1 a	22,2 a	22,4 a	22,6	6,47	0,377	0,6120
Comprimento de braço (cm)	37,5 a	38,1 a	38,8 a	38,1	4,50	0,443	0,5169
Perímetro de braço (cm)	46,4 a	47,6 a	48,5 a	47,5	5,30	0,650	0,4532

Médias na linha, seguidas por letras minúsculas diferentes, diferem entre si pelo Teste Tukey a 5%.

CV: Coeficiente de variação; EPM: Erro padrão da média.

Tabela 8. Componentes de rendimento não integrantes da carcaça, expressos em porcentagem do peso vivo, de novilhos terminados em confinamento com silagem de milho armazenada em silos trincheira sob diferentes filmes plásticos dupla face.

Parâmetro	Filmes Plásticos			Média	CV	EPM	P>F
	DF110 $\mu$ m	DF200 $\mu$ m	DFBO				
<u>Órgãos vitais:</u>							
Coração, (%)	0,36 a	0,35 a	0,37 a	0,36	3,86	0,004	0,0774
Fígado, (%)	1,18 a	1,17 a	1,09 a	1,15	17,92	0,053	0,7511
Pulmões, (%)	0,97 a	0,94 a	0,98 a	0,97	6,18	0,015	0,5568
Rins, (%)	0,19 a	0,19 a	0,23 a	0,20	25,55	0,013	0,3974
Baço, (%)	0,44 a	0,41 a	0,38 a	0,40	15,66	0,016	0,1342
Abomaso cheio, (%)	0,34 a	0,30 a	0,40 a	0,35	26,16	0,024	0,3051
Rúmen/retículo cheios, (%)	8,52 a	8,69 a	8,39 a	8,54	8,08	0,178	0,8009
Intestinos cheios, (%)	5,43 a	4,83 a	5,25 a	5,17	6,07	0,081	0,0623
<u>Componentes externos:</u>							
Cabeça, (%)	2,40 a	2,41 a	2,39 a	2,40	3,69	0,023	0,9774
Língua, (%)	0,18 a	0,17 a	0,17 a	0,17	8,52	0,004	0,1185
Couro, (%)	9,05 a	9,48 a	9,16 a	9,23	8,62	0,205	0,6934
Rabo, (%)	0,25 a	0,25 a	0,26 a	0,25	10,14	0,007	0,8228
Patas, (%)	2,11 a	2,32 a	2,11 a	2,18	6,31	0,036	0,0715
Testículos, (%)	0,31 a	0,32 a	0,33 a	0,32	9,76	0,008	0,6242

Médias na linha, seguidas por letras minúsculas diferentes, diferem entre si pelo Teste Tukey a 5%.

CV: Coeficiente de variação; EPM: Erro padrão da média.

Tabela 9. Análise da viabilidade econômica das rações experimentais.

Parâmetro	Filmes Plásticos		
	DF110 $\mu$ m	DF200 $\mu$ m	DFBO
Peso final, (kg boi <sup>-1</sup> )	478,7	495,8	485,8
kg de carcaça produzidos no confinamento	80,53	89,82	82,59
Custo silagem, (R\$ t <sup>-1</sup> MS)	200,55	206,03	218,05
Custo silagem corrigido PMS (%), (R\$ t <sup>-1</sup> MS)	239,35	243,79	264,13
Custo Alimentar, (R\$ boi <sup>-1</sup> )	581,27	582,71	596,73
Custo de carcaça produzido, (R\$ kg <sup>-1</sup> )	7,22	6,49	7,22
Receita Bruta, (R\$ boi <sup>-1</sup> )	2854,18	2987,35	2969,90
RMCA, (R\$ boi <sup>-1</sup> )	2272,91	2404,64	2373,17

RMCA: receita menos custo com alimentação; PMS: Perda de matéria seca

## ANEXO 1

**Anexo 1.** Resumo da análise de variância de silagem de milho armazenadas em silos trincheiras sob diferentes filmes plásticos dupla face.

Fonte de variação	GL	Parâmetros										
		MS	MM	PB	FDN	HEM	FDA	CEL	LIG	CMS	NDT	VRA
Quadrado médio:		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vedação	2	1,1078	0,0100	0,3177	0,6292	0,9211	0,8775	0,7502	0,0268	0,0012	0,4330	9,0408
Repetição	3	0,5730	0,0237	0,2104	1,7028	2,2246	0,1736	0,4506	0,1417	0,0030	0,0841	11,7697
Erro	6	0,3773	0,0186	0,1527	1,1712	0,7438	0,5364	0,3616	0,1016	0,0018	0,2607	14,2463
Média geral	-	42,08	2,34	6,94	53,37	23,86	29,51	24,39	5,11	2,25	67,18	151,1
CV, %	-	1,46	5,82	5,63	2,02	3,61	2,48	2,46	6,22	1,91	0,76	1,49
R <sup>2</sup>	-	0,6348	0,4499	0,5801	0,4753	0,6561	0,4142	0,5679	0,4398	0,5066	0,4168	0,3844
Probabilidades:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vedação	-	0,1291	0,6082	0,2060	0,6100	0,3546	0,2710	0,2067	0,7767	0,5511	0,2667	0,0423
Repetição	-	0,3029	0,3646	0,3370	0,3180	0,1176	0,8086	0,3731	0,3325	0,2824	0,8095	0,5258

\*GL: graus de liberdade; CV: Coeficiente de variação; MS: Matéria seca; MM: Matéria mineral; PB: Proteína bruta; FDN: Fibra em detergente neutro; HEM: Hemicelulose; FDA: Fibra em detergente ácido; CEL: Celulose; LIG: Lignina; CMS: Consumo de matéria seca; NDT: Nutrientes digestíveis totais; VRA: Valor relativo do alimento.

## ANEXO 2

**Anexo 2.** Resumo da análise de variância de silagem de milho armazenada em silos trincheira sob diferentes filmes plásticos dupla face

Fonte de variação	Parâmetros											
	GL	ET	AC	PP	Ph	PMS	DMS24	DMS48	DMS168	FS	FD	FI
Quadrado médio:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vedação (V)	2	0,0703	0,4970	0,0040	0,0118	0,4999	8,6664	10,2833	8,0848	9,9196	1,5752	10,2833
Repetição (R)	3	0,0434	0,6420	0,0057	0,0028	17,04	23,0475	19,7100	1,0841	21,8304	4,9777	19,7100
Erro	6	0,0823	1,4476	0,0231	0,0064	4,4767	15,9778	12,1386	4,0429	3,0187	12,7644	12,1386
Média geral	-	1,17	4,74	0,49	4,06	6,90	52,07	67,03	73,79	28,72	38,30	32,96
CV, %	-	4,44	15,33	20,46	1,26	20,63	7,67	5,19	2,72	6,04	9,32	10,56
R <sup>2</sup>	-	0,3542	0,2516	0,1542	0,6704	0,6600	0,4742	0,5225	0,4446	0,8249	0,1910	0,5225
Probabilidades:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vedação (V)	-	0,0416	0,7225	0,8450	0,0443	0,8961	0,0474	0,0342	0,0160	0,0187	0,8861	0,0442
Repetição (R)	-	0,6793	0,7306	0,0057	0,4273	0,0768	0,3207	0,2804	0,8463	0,0204	0,7648	0,2804

\*GL: graus de liberdade; CV: Coeficiente de variação; ET: Etanol; AC: Ácido acético; PP: Ácido propanoico; PMS: Perdas de matéria seca; DMS24: Digestibilidade ruminal da matéria seca em 24 horas; DMS48: Digestibilidade ruminal da matéria seca em 48 horas; DMS168: Digestibilidade ruminal da matéria seca em 168 horas; FS: Fração solúvel; FD: Fração degradável; FI: Fração indigestível.

## ANEXO 3

**Anexo 3.** Resumo da análise de variância de silagem de milho armazenada em silos trincheira sob diferentes filmes plásticos dupla face

Fonte de variação	Parâmetros da forragem ensilada						
	GL	DMS	GL	MS	pH	TS	GT
Quadrado médio:	-	-	-	-	-	-	-
Vedação (V)	2	27,8878	2	8,9062	0,0066	45,7563	41,3174
Período (P)	5	2333,19	2	1,6392	0,0069	99,6577	5,4020
(V*P)	10	6,6172	4	2,1302	0,0182	4,7757	4,2605
Bloco	3	86,6859	5	15,6234	0,0102	67,0737	67,0019
Erro	51	7,7515	40	1,3103	0,0065	4,9022	5,3646
Média geral	-	48,79	-	43,67	4,04	23,13	6,2505
CV, %	-	5,70	-	2,6211	2,00	9,57	37,05
R <sup>2</sup>	-	0,9682	-	0,6727	0,3647	0,7669	0,6749
Probabilidades:	-	-	-	-	-	-	-
Vedação (V)	-	0,0345	-	0,0029	0,3727	0,0005	0,0015
Período (P)	-	0,0001	-	0,2972	0,3577	0,0001	0,3744
(V*P)	-	0,0808	-	0,1867	0,0903	0,4324	0,5360
Bloco	-	0,0001	-	0,0001	0,1954	0,0001	0,0001


\*GL: Graus de liberdade; CV: Coeficiente de variação; DMS: Digestibilidade da matéria seca; MS: Matéria Seca; TS: Temperatura silagem; GT: Gradiente térmico.

## ANEXO 4

---

← 📧 ⚠️ 🗑️ 📧 🕒 🗑️ 📧 🗑️ ⋮ 87 de 3.228 < >

[CAB] Agradecimento pela submissão 📧 Caixa de entrada x ⌵ 🖨️ 📄

 **Lorena Cardoso Cintra via Portal de Periódicos da UFG** <noreply.bc@sistemas.ufg.br> ter., 24 de nov. 17:35 ☆ ↶ ⋮  
para mim ▾

Fernando Braga Cristo,

Agradecemos a submissão do trabalho "EFEITO DE DIFERENTES FILMES PLÁSTICOS DUPLA FACE SOBRE CARACTERÍSTICAS QUIMIOFERMENTATIVAS DA SILAGEM DE MILHO ARMAZENADA EM SILOS TRINCHEIRA" para a revista Ciência Animal Brasileira.  
Acompanhe o progresso da sua submissão por meio da interface de administração do sistema, disponível em:

URL da submissão: <https://www.revistas.ufg.br/vet/authorDashboard/submission/66770>  
Login: fernandobragacristo

Em caso de dúvidas, entre em contato via e-mail.

Agradecemos mais uma vez considerar nossa revista como meio de compartilhar seu trabalho.

Lorena Cardoso Cintra

---

**ANEXO 5**

17/12/2020

ScholarOne Manuscripts

 **Ciência Rural** **Home** **Author**

# Submission Confirmation

 Print

Thank you for your submission

**Submitted to**

Ciência Rural

**Manuscript ID**

CR-2020-1089

**Title**

Desempenho, características de carcaça e comportamento ingestivo de novilhos terminados em confinamento alimentados com silagem de milho vedada com diferentes filmes plásticos dupla face

**Authors**

Cristo, Fernando  
Neumann, Mikael  
Almeida, Eduardo  
Pereira e Silva, Emylli  
de Souza Sidor, Fernando  
Carneiro Pereira, Everton  
Cozechen Seller, Maria

**Date Submitted**

17-Dec-2020

---

---

[Author Dashboard](#)



---

© Clarivate Analytics | © ScholarOne, Inc., 2020. All Rights Reserved.

ScholarOne Manuscripts and ScholarOne are registered trademarks of ScholarOne, Inc.

ScholarOne Manuscripts Patents #7,257,767 and #7,263,655.

[@ScholarOneNews](#) | [System Requirements](#) | [Privacy Statement](#) | [Terms of Use](#)