

EFEITO DO TIPO DE VEDAÇÃO NA ENSILAGEM DE MILHO SOBRE A TERMINAÇÃO DE NOVILHOS CONFINADOS

KALINOVSKI, Valéria¹
MOKOCHINSKI, Nicolli Soethe²
IENKE, Livia Alessi³
POLETO, Maria Eduarda de Oliveira⁴
FELICIO, Bárbara Peterlini⁵
MARAFON, Gustavo Alberto⁶
NEUMANN, Mikael⁷

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de dois sistemas de vedação empregada na ensilagem de milho sobre a qualidade de conservação da silagem, o desempenho animal e a caracterização da carcaça de novilhos terminados em confinamento: SVDF180 – silagem de milho conservada com polietileno tipo dupla face de 180 µm; e SVDFP90 – silagem de milho conservada com polietileno tipo dupla face, com filme de poliamida coextrusada, de 90 µm. As dietas foram constituídas por 62% de concentrado e 38% de silagem de milho, durante 20 dias de adaptação e quatro períodos avaliativos de 35 dias cada. Foram utilizados 36 novilhos meio sangue Angus Nelore, em delineamento experimental inteiramente casualizado, com dois tratamentos e nove repetições. Em ambas as silagens, o estrato superior do silo constituiu-se na região com maior variação de temperatura e pH, indicando interferência no processo fermentativo e maior susceptibilidade a perdas. A silagem conservada no tratamento SVDFP90, apresentou-se com maior estabilidade aeróbica, tanto por pH (90,37 horas) quanto por temperatura (77,62 horas) no estrato inferior do silo, assim como maior digestibilidade no tempo de 96 horas (68,19%) frente ao tratamento SVDF180, o qual, no entanto, teve maior estabilidade aeróbica no estrato superior do silo, tanto por pH (80,87 horas) quanto por temperatura (63 horas). Recomenda-se o uso de polietileno dupla face com poliamida coextrusada de 90 µm na ensilagem de milho, por apresentar desempenho zootécnico e características de carcaça semelhantes ao filme de polietileno de 180 µm, características estas de grande importância econômica.

PALAVRAS-CHAVE: Acabamento da carcaça, digestibilidade aparente da MS, ganho de peso, poliamida, polietileno.

EFFECT OF SEALING TYPE IN CORN SILAGE ON THE FINISHING OF FEEDLOT STEERS

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of two sealing systems used in corn silage on silage preservation quality, animal performance, and carcass characteristics of steers finished in a feedlot: SVDF180 – corn silage preserved with 180-µm double-sided polyethylene film; and SVDFP90 – corn silage preserved with 90-µm double-sided polyethylene film with coextruded polyamide. The diets consisted of 62% concentrate and 38% corn silage, with a 20-day adaptation period followed by four evaluation periods of 35 days each. A total of 36 Angus × Nelore crossbred steers were used in a completely randomized experimental design, with two treatments and nine replications. In both silages, the upper silo layer showed the greatest variation in temperature and pH, indicating interference in the fermentation process and greater susceptibility to losses. Silage preserved under the SVDFP90 treatment showed greater aerobic

¹ Médica Veterinária, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro). E-mail: kalinovskivaleria@gmail.com

² Graduando do curso de Medicina Veterinária, Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro). E-mail: nickmokochinski@gmail.com

³ Graduando do curso de Medicina Veterinária, Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro). E-mail: liviaienke@gmail.com

⁴ Graduando do curso de Medicina Veterinária, Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro). E-mail: maripoletoiver@gmail.com

⁵ Graduando do curso de Medicina Veterinária, Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro). E-mail: barbarapeterlinif22@gmail.com

⁶ Graduando do curso de Medicina Veterinária, Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro). E-mail: gudimrf@gmail.com

⁷ Dr. Engenheiro Agrônomo, Pesquisador Produtividade PQ/CNPq, Professor do Curso de Pós Graduação em Agronomia na área de Produção Vegetal e em Ciências Veterinárias na área de Produção e Saúde Animal Sustentável da Unicentro. E-mail: neumann.mikael@hotmail.com

stability, both in terms of pH (90.37 hours) and temperature (77.62 hours), in the lower silo layer, as well as higher digestibility at 96 hours (68.19%) compared with the SVDF180 treatment, which, however, showed greater aerobic stability in the upper silo layer, both by pH (80.87 hours) and temperature (63 hours). The use of double-sided polyethylene film with coextruded polyamide of 90 µm in corn silage is recommended, as it provides animal performance and carcass characteristics similar to those obtained with 180-µm polyethylene film, characteristics of great economic importance.

KEYWORDS: carcass finishing, apparent DM digestibility, weight gain, polyamide, polyethylene.

1. INTRODUÇÃO

O amplo uso de plásticos na agricultura abrange, entre outras aplicações, a proteção de silagem e envoltório de fardos de pré-secado, sendo fundamental, para criar um ambiente anaeróbico favorável ao desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido lático, responsáveis pela acidificação e conservação da massa ensilada (Borreani; Tabacco, 2015).

A escolha de um filme plástico de boa qualidade para vedação evita penetração de oxigênio e deterioração aeróbica ocasionada por microrganismos aeróbicos indesejáveis, fato esse que pode influenciar no valor nutricional, na capacidade de ingestão, na digestibilidade da MS da silagem e consequentemente na resposta dos animais submetidos à alimentação (Mesquita *et al.*, 2024; Neumann *et al.*, 2024).

O polietileno tem sido, tradicionalmente, o material mais utilizado para vedação de silos horizontais, devido ao seu menor custo e às suas propriedades mecânicas. Mercadologicamente, encontram-se diferentes tipos de lonas com variações de espessura, densidade, número de camadas, origem do polietileno, cor e tratamento anti-UV, todavia, já se tem descrito que o polietileno isoladamente, sob estas variações, é incapaz de barrar a penetração do oxigênio externo na massa ensilada, principalmente nas áreas periféricas do silo, o que resulta em deterioração aeróbica e perdas significativas (Cristo *et al.*, 2021; Neumann *et al.*, 2024; Scheidt *et al.*, 2023).

A poliamida é um polímero plástico que pode ser combinado ao polietileno por meio do processo de extrusão, inferindo maior capacidade de impermeabilização a oxigênio do filme plástico. Essa característica é geralmente associada a uma menor população de fungos filamentosos, leveduras e bactérias desenvolvida na silagem submetida a vedação com poliamida, fator esse que consequentemente pode contribuir para melhoria da qualidade higiênica do alimento (Cristo *et al.*, 2021).

A otimização e manutenção do ambiente anaeróbico durante o armazenamento da silagem de milho favorece uma rápida e acentuada redução do pH, resultando em melhor conservação dos nutrientes e menores perdas. Esses efeitos refletem diretamente no desempenho zootécnico dos

animais, promovendo incrementos no ganho médio diário, na eficiência alimentar e no peso de carcaça (Menezes *et al.*, 2023).

Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento ingestivo, digestibilidade aparente, desempenho produtivo e características ultrassonográficas de carcaça durante a terminação de novilhos confinados alimentados com silagem de milho conservadas sob distintos tipos de vedação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 FATORES QUE INFLUENCIAM A QUALIDADE DA SILAGEM DE MILHO

Para obtenção de uma silagem de milho de alta capacidade de produção de biomassa por unidade de área e de boa qualidade nutricional, é fundamental realizar a escolha de híbridos adaptados à região a ser cultivada, com elevado potencial produtivo e adequada proporção entre grãos e colmo, realizar manejo fitossanitário, bem como adequar o ponto de colheita entre 32 e 35% de matéria seca de planta inteira (Borreani *et al.*, 2018). No momento da ensilagem é necessário atentar-se à aspectos ligados ao tipo de silo de armazenamento utilizado, processamento adequado de partículas fibrosas e de grãos, eficiência de acomodação das partículas, tempo de enchimento de silo, higienização de processo e tipo de vedação ou proteção do silo, fatores esses que impactam significativamente no perfil fermentativo posteriormente ocorrido no interior do silo (Khan *et al.*, 2023).

Após a confecção da silagem, iniciam-se processos químicos mais evidentes nas primeiras semanas e que se perpetuam durante meses, onde tais processos são influenciados por características da forragem ensilada (teor de umidade, capacidade tampão e teor de açúcares), grau de anaerobiose e tipos de microrganismos que dominam o processo fermentativo (Kung *et al.*, 2018).

O sistema de vedação impacta diretamente na manutenção do ambiente anaeróbico formado no interior do silo e no perfil fermentativo, processos estes que podem conservar ou degradar os nutrientes armazenados. Deste modo, a utilização de um filme plástico de baixa permeabilidade de oxigênio e com pouca heterogeneidade em qualidade física, espessura e composição química dos filmes plásticos oferecidos pelo mercado se faz necessária para obtenção de bons resultados de conservação de nutrientes (Neumann *et al.*, 2021).

2.2 POLIETILENO E POLIAMIDA

Os filmes plásticos utilizados como cobertura de silos de armazenamento de silagem têm papel central na limitação da entrada de oxigênio e, conseqüentemente, na redução de perdas fermentativas e deterioração aeróbia. Filmes plásticos de polietileno são amplamente utilizados por suas características de resistência mecânica e baixo custo na vedação. Contudo, quando utilizados isoladamente, apresentam elevada difusão de oxigênio, especialmente nas extremidades e no painel do silo, o que favorece a proliferação de microrganismos deterioradores como leveduras e fungos, elevando o pH e reduzindo a estabilidade aeróbia da silagem (Borreani; Tabacco; Cavallarin, 2007).

Inicialmente, a estratégia para diminuir perdas na porção superior do silo consistiu em aumentar a espessura do material, até a adoção da adição de poliamida nos filmes comerciais, que passou a ser incorporada por sua elevada resistência mecânica e capacidade de barreira à permeabilidade de oxigênio quando coextrusada em espessura mínima de 14 µm (Borreani; Tabacco, 2014a).

A adoção de filmes plásticos multicompostos se consolidada como uma estratégia eficaz para aprimorar a vedação de silos, pois promovem alto grau de anaerobiose, reduzem perdas físicas e de matéria seca, além de aumentar a estabilidade aeróbica da silagem de milho (Borreani; Tabacco; Cavallarin, 2007).

3. METODOLOGIA

Os procedimentos experimentais foram aprovados para execução conforme ofício 021/2018, sob apreciação do Comitê de Conduta Ética no Uso de Animais em Experimentação (CEUA/UNICENTRO), e realizados no Núcleo de Produção Animal (NUPRAN) do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO).

A área experimental localiza-se na cidade de Guarapuava, Paraná, Brasil (25°23'02"S, 51°29'43"W), a qual possui clima do tipo subtropical mesotérmico úmido (Cfb) e Latossolo Bruno (Souza *et al.*, 2022). Guarapuava está em altitude de aproximadamente 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%.

A semeadura da lavoura de milho (*Zea mays*, L.), com o híbrido de milho P3565PWU (Pioneer®), em sistema de plantio direto, utilizando-se espaçamento entre linhas de 0,45 m, profundidade de semeadura de 0,04 m e distribuição de 3,4 sementes por metro linear, visando uma população final de 75.000 plantas ha⁻¹. A adubação de base utilizada foi de 500 kg ha⁻¹ com o

fertilizante 12-31-17 (N-P-K) e a adubação em cobertura com 450 kg ha⁻¹ com ureia fórmula 45-00-00.

A colheita das plantas de milho foi realizada com 127 dias de cultivo, em estágio fenológico de grão farináceo (R4), com auxílio de uma colhedora de forragens de precisão JF® modelo (C-120 AT S2), com altura de corte de 25 cm e regulagem de tamanho médio de partícula com proporção de 11,3% na primeira peneira (>1,91 cm), 44,4% na segunda peneira (1,91 a 0,78 cm) e 44,3% na terceira peneira (<0,78 cm).

O material colhido na lavoura, foi transportado, depositado em finas camadas em um local previamente nivelado e bem drenado, compactado com força tratorizada até obtenção de 200 kg de MS m⁻³, em silos tipo trincheira, com as dimensões de 4,0 m de largura, 1,2 m de altura e 15 m de comprimento. O tempo de ensilamento médio de cada silo experimental foi de 10 horas, sendo, ao final deste período, completamente vedados e protegidos com lona dupla face.

Os tratamentos foram compostos por dois sistemas de vedação da silagem: SVDF180 – silagem de milho conservada com polietileno tipo dupla face, em espessura de 180 µm; e SVDFP90 – silagem de milho conservada com polietileno tipo dupla face, com inserção de filme poliamida coextrusada entre as camadas de polietileno, em espessura de 90 µm.

O tratamento designado SVDF180 constituiu-se da utilização de um filme plástico dupla face, com polímero aditivo UV, formado por camadas de polietileno em espessura de 180 µm, enquanto que o tratamento SVDFP90, constituiu-se de um filme plástico dupla face, com polímero aditivo UV, formado por camadas de polietileno coextrusada a uma camada de filme vácuo de poliamida, com capacidade de barreira a gases e/ou impermeabilidade ao oxigênio, em espessura de 90 µm, sendo ambos produtos comercializados pela empresa Carga Pesada®.

Foram utilizados 36 novilhos ½ sangue Angus Nelore, machos inteiros, provenientes do mesmo rebanho, com peso médio inicial de 368 kg e idade média de 11 meses, sendo os animais previamente vermifugados. As instalações foram 18 baias de confinamento semi-cobertas, com área de 15 m² cada (2,5 m × 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 profundidade, e um bebedouro metálico regulado por boia.

A distribuição dos animais nas unidades experimentais foi realizada com base no peso vivo (PV), na área de olho de lombo (AOL), no índice de marmoreio e na espessura de gordura da picanha (EGP), determinados através de ultrassom (Aloka® SSD-500 Vet) constituído de ecocâmera acoplada a uma probe de 17 cm e 3,5 MHz.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, composto por dois tratamentos e nove repetições cada, onde cada repetição (bloco) constou de uma baia com dois animais.

O desabastecimento dos silos ocorreu no período de alimentação dos animais em confinamento, durante 160 dias, sendo 20 dias de adaptação e 140 dias avaliativos, divididos em quatro períodos de 35 dias cada, com extração diária de 20 cm do painel do silo.

O concentrado foi elaborado na fábrica de rações comerciais da Cooperativa Agrária (Guarapuava, Paraná, Brasil), formulado a base de gérmen de milho (35,0%), cevada grão (18,0%), farelo de trigo (12,2%), trigo grão (11,0%), milho grão (10,1%), radícula de malte (9,4%), calcário calcítico (1,6%), ureia pecuária (1,6%), sal comum (0,3%) e premix vitamínico mineral (0,8%), sendo apresentado na forma peletizada.

Os alimentos foram fornecidos na forma de ração totalmente misturada (RTM) duas vezes ao dia, às 6:00 e às 17:00 horas. As dietas foram constituídas por 38% de silagem de milho e 62% de concentrado, com base na matéria seca (MS), e sua ingestão voluntária foi registrada diariamente pela pesagem da quantidade oferecida e das sobras do dia anterior, sendo considerado ajuste do consumo diariamente, a fim de manter as sobras em 5% da MS.

Durante o período de confinamento, foram coletadas semanalmente amostras compostas da silagem de milho e do concentrado para determinação da composição química. As amostras foram secas em estufa com ventilação, a 55°C por 72 horas, e sequencialmente moídas em moinho tipo Wiley com peneira de 1 mm de diâmetro. Posteriormente, foram realizadas análises de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) foram realizadas de acordo com as técnicas descritas pela AOAC (2023). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram obtidos com α -amilase termoestável (Van Soest; Robertson; Lewis, 1991), já os teores de fibra em detergente ácido (FDA) e lignina foram determinados segundo Goering e Van Soest (1970). A estimativa dos nutrientes digestíveis totais (NDT) foi obtida segundo Weiss, Conrad e St. Pierre (1992).

Na Tabela 1 consta a composição química da silagem de milho, do concentrado e os valores médios da dieta experimental, com base na matéria seca total.

Tabela 1 – Composição química das silagens de milho e valores médios das dietas experimentais, com base na matéria seca total.

Composição	Tipo de vedação do silo – Silagem	
	SVDF180	SVDFP90
Matéria seca, %	29,08	29,67
Matéria mineral, % MS	2,92	2,54
Proteína bruta, % MS	10,71	10,26
Extrato etéreo, % MS	2,93	2,65
Fibra em detergente neutro, % MS	51,22	54,33
Fibra em detergente ácido, % MS	27,69	28,07
Lignina, % MS	5,26	6,89
Nutrientes digestíveis totais, %	68,45	68,19

Composição	Tipo de vedação do silo – Dietas experimentais	
	SVDF180	SVDFP90
Matéria seca, %	66,40	66,30
Matéria mineral, % MS	4,07	4,11
Proteína bruta, % MS	14,71	14,69
Extrato etéreo, % MS	4,19	3,93
Fibra em detergente neutro, % MS	32,95	33,58
Fibra em detergente ácido, % MS	14,91	14,87
Lignina, % MS	2,83	3,05
Nutrientes digestíveis totais, %	74,16	74,19

¹ Nível de garantia do premix por kg de concentrado: vit. A: 14000 IU; vit D3: 1800 IU; vit. E: 75 IU; S: 0,70 g; Mg0: 0,12 g; Na: 3,0 g; Co: 1,0 mg; Cu: 18 mg; I: 1,1 mg; Mn: 29,0 mg; Se: 0,35 mg; e Zn: 72,2 mg.

O material visivelmente deteriorado foi retirado diariamente de cada silo, o qual foi pesado e descartado imediatamente durante todo o período de desensilagem.

Diariamente foram aferidas as temperaturas dos estratos superiores, médios e inferiores da superfície exposta na desensilagem (a 20, 50 e 80 cm acima da base do silo, respectivamente) por meio de um termômetro tipo espeto modelo 9791 da empresa Incoterm®. Do mesmo modo, foram coletadas amostras diárias dos estratos superiores, médios e inferiores para leitura de pH usando um potenciômetro digital de bancada (Silva; Queiroz, 2009).

A degradação ruminal da matéria seca foi realizada pela técnica *in situ*, utilizando sacos de náilon medindo 12 x 8 cm, com poros de 50 µm, contendo 5g de amostra seca previamente moída a 1mm para incubação ruminal (Nocek, 1988). Os tempos de incubação utilizados foram de 24, 48 e 96 horas. Para tanto, foi utilizado um bovino macho com 84 meses de idade, peso vivo médio de 800 kg, portador de cânula ruminal permanente, previamente aprovado pelo Comitê de Conduta Ética no Uso de Animais em Experimentação (CEUA/UNICENTRO).

A análise do comportamento ingestivo dos animais foi realizada em dois momentos do confinamento (primeira fase aos 40 dias e segunda fase aos 110 dias de terminação) em um tempo contínuo de 96 horas, com início às 12 horas no primeiro dia e término às 12 horas do último dia de avaliação. As observações foram realizadas por 6 observadores por turno, durante 96 horas, em sistema de rodízio a cada 6 horas, sendo as leituras tomadas em intervalos regulares de 3 minutos. Os dados do comportamento ingestivo, representado pelas atividades de ócio, ruminação, consumo de água e consumo de alimentos, foram expressos em horas dia⁻¹. Ainda, seguindo a mesma metodologia, foram determinados a frequência da ocorrência das atividades de alimentação, abeberação, micção e defecação, expressas em número de vezes por dia. Na observação noturna, o ambiente foi mantido com iluminação artificial.

Na mesma ocasião também foi determinado a digestibilidade aparente da MS da dieta. Para isso, foram realizadas amostragens compostas das dietas de cada tratamento durante o período

experimental. As coletas das fezes foram realizadas uma vez ao dia, seguindo a metodologia de coleta de quatro dias consecutivos, sendo armazenadas em freezer, a -15°C. Após o término da avaliação, as amostras foram descongeladas, homogeneizadas para formar uma amostra composta, por baia e tratamento.

Em conjunto foi mensurado o consumo diário de alimentos e de sobras de quatro dias consecutivos (96 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 a intervalos de seis horas. Após quatro dias consecutivos de coleta, estas foram misturadas e homogeneizadas para obtenção de uma amostra composta destinada a análises laboratoriais. O peso da amostra de fezes de cada intervalo de seis horas foi proporcional ao volume total de fezes produzidas.

A MS das sobras e das fezes de cada unidade experimental foram determinados utilizando os mesmos procedimentos adotados na análise da dieta. A digestibilidade aparente da MS (DAMS) foi calculada através da seguinte fórmula: $DAMS (\%) = [(MS \text{ ingerida} - MS \text{ excretada}) / MS \text{ ingerida}] \times 100$.

A FDN das fezes de cada unidade experimental foi determinada utilizando os mesmos procedimentos adotados na análise da dieta.

O escore das fezes de cada baia foi analisada diariamente, com base na metodologia adaptada de Looper *et al.* (2001) e Ferreira *et al.* (2013), estas com graduação variando de 1 a 6, sendo: 1 = fezes líquidas, pouco consistentes; 2 = fezes líquidas, pouco consistentes, com pilhas pequenas de até 2,5 cm; 3 = fezes intermediárias com anel concêntrico e pilha de 3 a 4 cm (considerada como ideal); 4 = fezes pouco líquidas com anel concêntricos e pilha de mais de 5 cm; 5 = fezes mais secas sem anel concêntricos e pilha de mais de 5 cm; e 6 = fezes endurecidas ou ressecadas.

Os animais confinados foram pesados no início da adaptação, nos dias 0, 35, 70, 105 e no final do experimento, após jejum sólido de 12 horas, para determinar o ganho de peso médio diário (GPD). As rações e as sobras foram pesadas diariamente para determinação da ingestão de MS diária, expressa em kg dia⁻¹ (IMSD) ou em porcentagem do peso vivo (IMSPV). A relação entre os dados de GPD e IDMS foram utilizados para calcular a conversão alimentar (CA).

Mediante o carregamento dos animais para o abate, foram realizadas avaliações de área de olho de lombo (AOL), ratio, marmoreio, espessura de gordura subcutânea (EGS) do músculo Longissimus dorsi e de espessura de gordura da picanha (EGP), utilizando conjunto de equipamentos constituídos de uma ecocâmera (Aloka® SSD-500 Vet) acoplada a uma probe de 17 cm e 3,5 MHz. As medidas foram realizadas na região da 12a e 13a costelas, transversalmente ao músculo Longissimus dorsi seguindo as recomendações de Herring *et al.* (1994). A partir das mensurações de AOL foi calculado

o ratio, o qual representa a relação entre a sua altura e largura. As imagens foram interpretadas pelo laboratório responsável pela garantia da qualidade dos dados (Designer Genes Technology) através do software “BIA/DGT Brasil”. O marmoreio foi avaliado por meio da existência de depósitos de gordura entre as fibras musculares no Longíssimus dorsi, e pontuados através de índices crescentes variando de 1 (inexistente) a 5 (excessivo) (Muller, 1987).

Ao término do confinamento, realizou-se jejum de sólidos de 12 horas, e todos os animais foram pesados 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 (PCi) dos animais sob rendimento teórico de carcaça de 50%. Tomando-se como base o período de 140 dias de confinamento (4 períodos de 35 dias cada), também foi calculado o ganho médio de carcaça (GMC), expresso em kg dia⁻¹, que é obtido pela razão entre GCC e PC, assim como a eficiência de transformação da matéria seca consumida em carcaça (ETC), expresso em kg de MS kg de carcaça⁻¹ e a eficiência de transformação do ganho de peso em carcaça, que é obtido pela razão entre GMC e GMD ($GMC \div GMD$), sendo expresso em %. Para os cálculos foram utilizados os pesos de carcaça quente.

Nas carcaças também foram mensuradas cinco 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 perna, que é a distância entre a borda cranial medial do osso púbis e a articulação tíbio-tarsiana; e comprimento de braço, que é a distância entre a tuberosidade do olecrano e a articulação radio-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 (Muller, 1987).

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

O procedimento UNIVARIATE foi aplicado para avaliar a presença de outliers. Em seguida, os dados referentes ao desempenho, digestibilidade aparente, comportamento ingestivo e características ultrassonográficas de carcaça foram submetidos à ANOVA por intermédio do procedimento MIXED (SAS Inst. Inc., Cary, NC, EUA, 1993), adotando o nível de significância de 5% ($P \leq 0,05$).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dois tratamentos e nove repetições. Os dados coletados para cada variável foram submetidos à análise de variância com

comparação das médias pelo teste de F a 5% de significância, por intermédio do programa estatístico SAS (SAS institute, 1993).

A análise de cada variável, seguiu o modelo estatístico: $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$; Onde: Y_{ij} = variáveis dependentes; μ = Média geral de todas as observações; α_i = Efeito dos tratamentos da dieta de ordem “i”, sendo 1 = SVDF180 SVDFP90; e 2 = SVDFP90; e ϵ_{ij} = Efeito aleatório residual.

4. ANÁLISES E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta a composição bromatológica de silagens de milho submetidas à vedação com diferentes filmes plásticos. Observa-se que os valores de MS, MM, PB, FDN, FDA, LDA e EE (médias gerais de 29,37%, 2,73%, 10,49%, 52,78%, 27,88%, 6,07% e 2,79% da MS, respectivamente) não obtiveram diferença estatística entre os dois sistemas de vedação, bem como as estimativas de HEM, CEL, CNF, NDT, CMS, ELI e VRA (médias gerais de 24,89%, 21,81%, 31,22% e 68,32% da MS, 2,29% do PV, 1,56 Mcal % da MS e 121,29, respectivamente).

Em estudo, Cristo *et al.* (2021) evidenciaram que filmes plásticos de polietileno de 200 μ m quando comparados à sobreposição de polietileno de 80 μ m com poliamida de 20 μ m apresentaram desempenho equivalente na conservação da silagem de milho, sem diferenças estatisticamente significativas nos parâmetros bromatológicos. Tais resultados reforçam que ambos os materiais de vedação podem ser considerados alternativas de boa qualidade, uma vez que preservaram de forma equivalente os principais nutrientes da silagem, assegurando estabilidade nutricional adequada para o uso na alimentação animal.

Tabela 2 – Composição bromatológica de silagens de milho submetidas à vedação com diferentes filmes plásticos.

Bromatologia *	Tipo de vedação		Média	CV	Prob
	SVDF180	SVDFP90			
MS, %	29,08 a	29,67 a	29,37	1,68	0,1423
MM, % da MS	2,92 a	2,54 a	2,73	14,35	0,1856
PB, % da MS	10,71 a	10,26 a	10,49	4,40	0,2259
FDN, % da MS	51,22 a	54,33 a	52,78	9,46	0,4122
FDA, % da MS	27,69 a	28,07 a	27,88	3,87	0,6359
HEM, % da MS	23,53 a	26,26 a	24,89	16,65	0,3876
CEL, % da MS	22,44 a	21,18 a	21,81	4,64	0,1292
LDA, % da MS	5,26 a	6,89 a	6,07	26,84	0,2063
CNF, % da MS	32,22 a	30,21 a	31,22	16,17	0,5946
EE, % da MS	2,93 a	2,65 a	2,79	25,61	0,5965
NDT, % da MS	68,45 a	68,19 a	68,32	1,10	0,6366
CMS, % PV	2,34 a	2,23 a	2,29	8,14	0,4164
ELI, Mcal % da MS	1,56 a	1,55 a	1,56	1,27	0,7331

VRA	124,46 a	118,13 a	121,29	9,12	0,4490
-----	----------	----------	--------	------	--------

*MS: matéria seca; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; HEM: hemicelulose; CEL: celulose; LDA: lignina em detergente ácido; CNF: carboidratos não fibrosos; EE: extrato etéreo; CMS: consumo de matéria seca; NDT: nutrientes digestíveis totais; ELI: energia líquida da lactação e VRA: valor relativo do alimento.

Médias, seguidas por letras minúsculas diferentes na linha, diferem entre si pelo Teste F ($P < 0,05$). CV: coeficiente de variação, %.

A Tabela 3 apresenta os valores médios de temperatura, pH, matéria seca e perdas físicas mensurados durante o desabastecimento dos silos das silagens de milho avaliadas, sendo observadas temperaturas médias de 24,46°C no estrato superior, 22,20°C no mediano e 21,16°C no inferior, com valores de pH de 3,70, 3,56 e 3,54, respectivamente. As médias de matéria seca foram de 29,76%, 29,48% e 29,19%, enquanto a perda física média correspondeu a 0,74% da matéria natural por dia, não sendo observada diferença estatística nos diferentes estratos para nenhuma das variáveis analisadas ($P > 0,05$) na comparação entre os dois sistemas de vedação.

O aumento da temperatura e do pH durante a desensilagem estão intimamente relacionados ao processo de degradação aeróbica da massa ensilada, refletindo diretamente na redução dos valores de matéria seca e aumento das perdas físicas por descarte do material visivelmente deteriorado no silo (Borreani *et al.*, 2018). Os resultados observados demonstram que ambas as vedações utilizadas foram eficientes, assegurando a conservação homogênea da silagem ao longo do perfil do silo, independentemente da localização.

Tabela 3. Valores médios de temperatura, pH, teores de matéria seca e perdas físicas de silagens de milho submetidas à vedação com diferentes filmes plásticos, conforme estrato do silo.

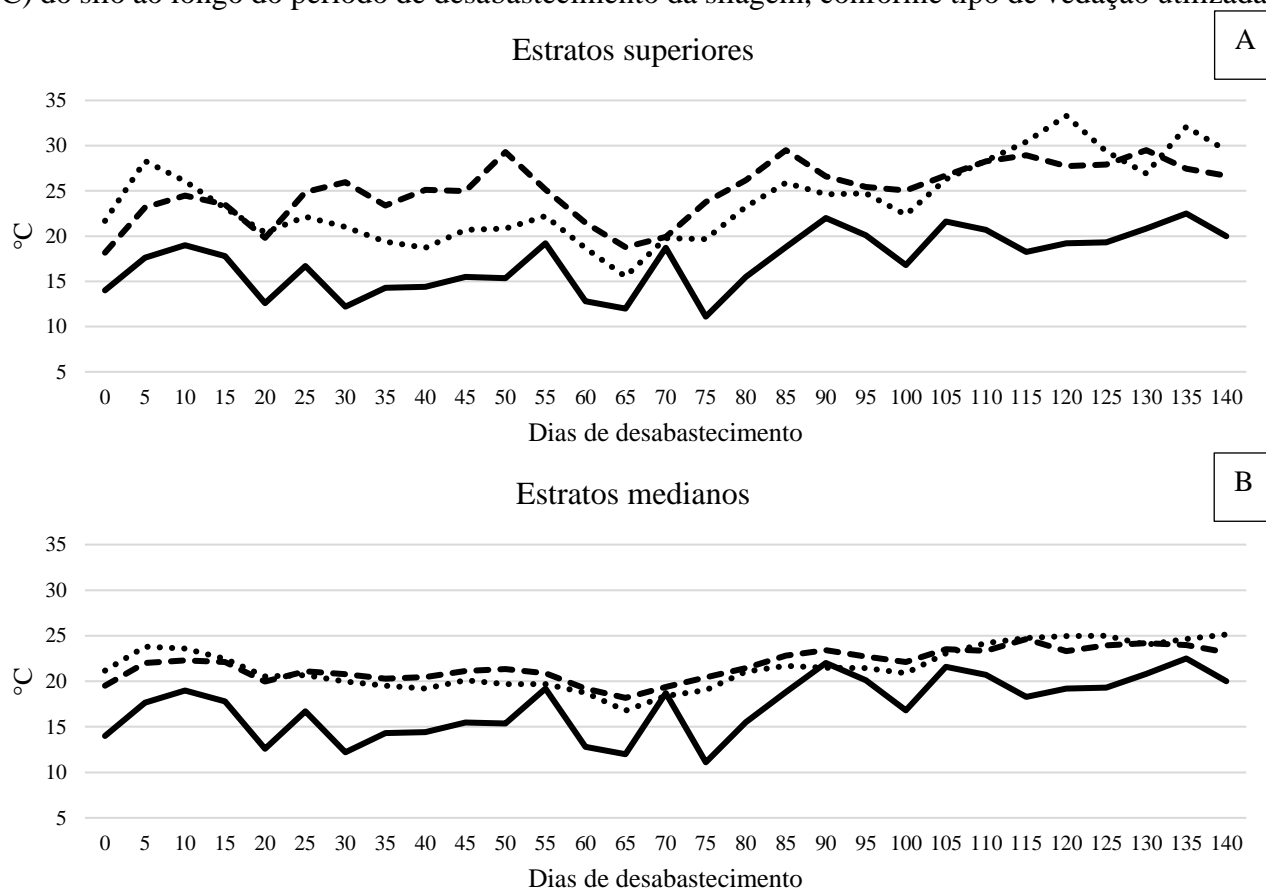
Local do silo	Tipo de vedação		Média	CV	Prob
	SVDF180	SVDFP90			
<u>Temperatura, °C:</u>					
Estrato superior	25,33 a	23,58 a	24,46	10,37	0,3675
Estrato mediano	22,93 a	21,47 a	22,20	6,03	0,6712
Estrato inferior	21,45 a	20,87 a	21,16	2,79	0,8077
<u>pH:</u>					
Estrato superior	3,69 a	3,70 a	3,70	2,46	0,8814
Estrato mediano	3,57 a	3,55 a	3,56	2,66	0,7482
Estrato inferior	3,54 a	3,53 a	3,54	2,47	0,8465
<u>Matéria seca, %:</u>					
Estrato superior	29,65 a	29,87 a	29,76	3,92	0,7988
Estrato mediano	29,48 a	29,47 a	29,48	2,98	0,9908
Estrato inferior	29,30 a	29,07 a	29,19	2,28	0,6388
<u>Perdas físicas:</u>					
% da MN dia ⁻¹	0,82 a	0,66 a	0,74	26,63	0,2930

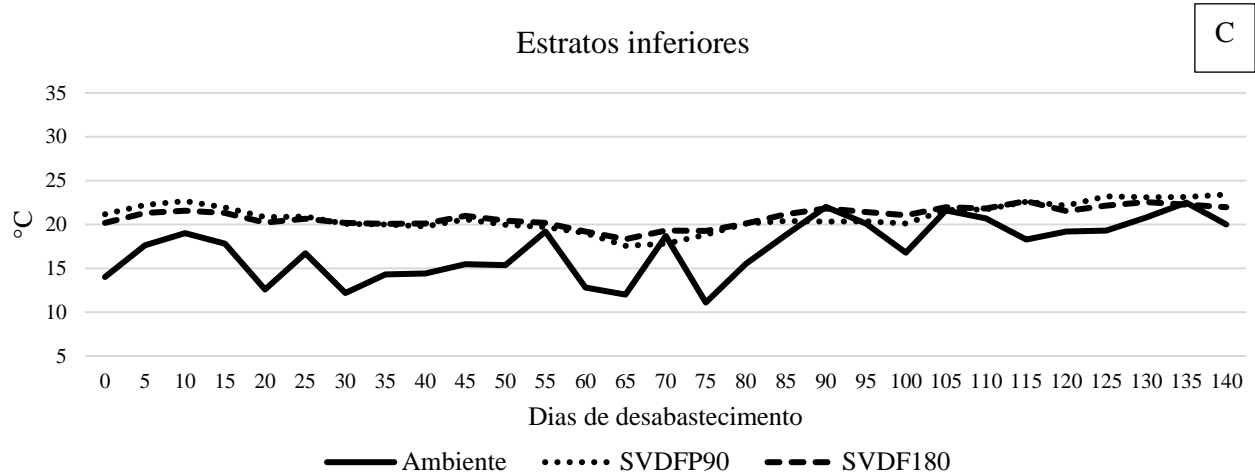
Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste F a 5%. CV: coeficiente de variação, %.

Conforme observado por Borreani, Tabacco e Cavallarin (2007), as perdas físicas de silagens de milho submetidas ao armazenamento com filme plástico de polietileno (180 μm) ou de poliamida (125 μm) podem apresentar diferença estatística de acordo com as técnicas manejo de silagem empregadas na propriedade, sendo, uma destas, a taxa de remoção diária.

Deste modo, infere-se que os resultados obtidos neste estudo foram decorrentes do adequado tempo de enchimento, da compactação eficiente e da correta condução da fatia de corte extraída diariamente no desabastecimento do silo (20 cm), fatores que impediram ($P>0,05$) durante a exposição aeróbica, promover alterações nos valores de temperatura e pH entre os tratamentos, bem como nos teores de matéria seca e nas perdas físicas.

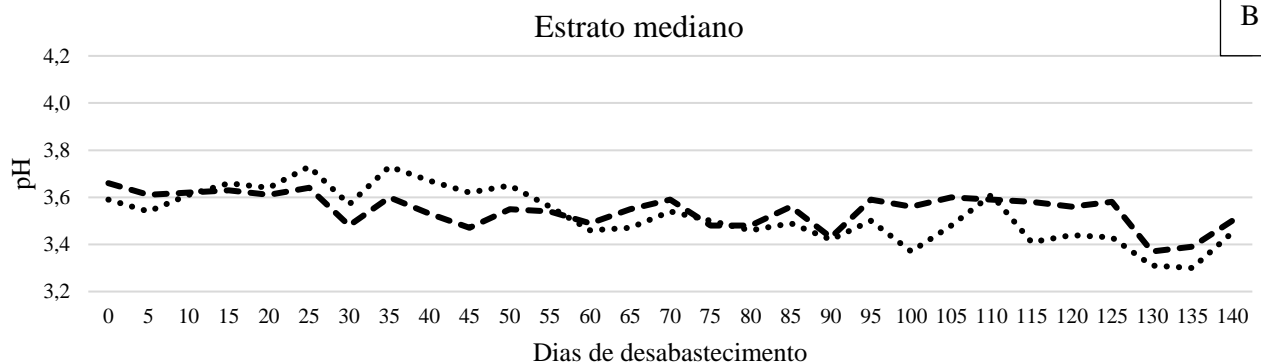
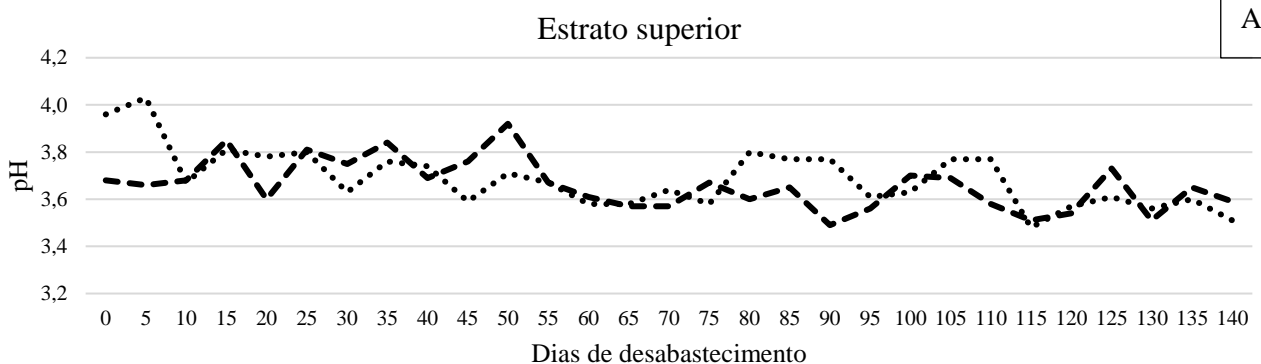
Figura 1 – Valores médios de temperatura aferidas nos estratos superior (A), mediano (B) e inferior (C) do silo ao longo do período de desabastecimento da silagem, conforme tipo de vedação utilizada.

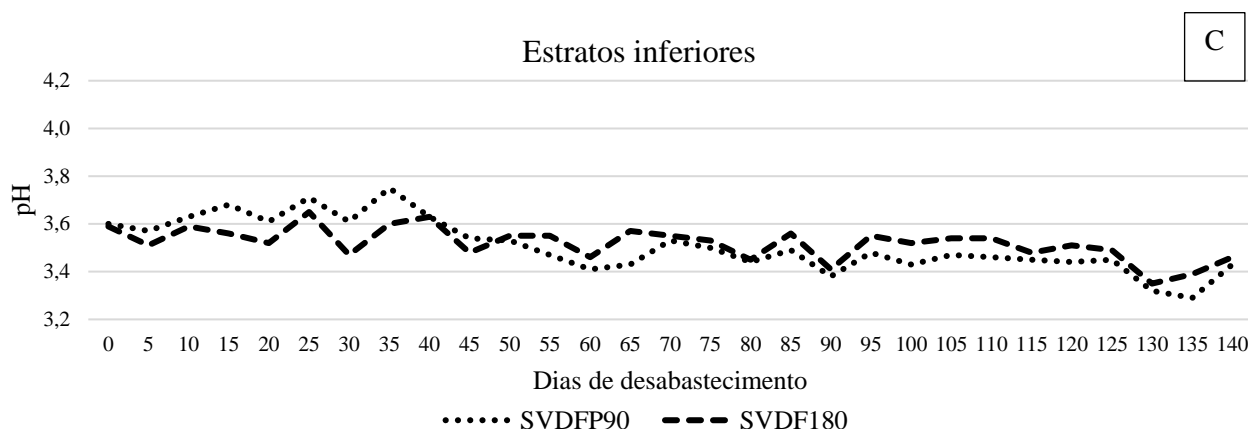




Nas Figuras 1 e 2 pode-se observar a dinâmica de variação das temperaturas (em relação à temperatura ambiente) e de pH, respectivamente, dos estratos superiores, médios e inferiores dos silos submetidos à vedação com diferentes filmes plásticos, conforme período de desabastecimento dos silos.

Figura 2. Valores médios de pH aferidos nos estratos superior (A), mediano (B) e inferior (C) do silo ao longo do período de desabastecimento da silagem, conforme tipo de vedação utilizada.





Independente do tratamento avaliado, observou-se sob valores médios, que no estrato superior dos silos, houveram maiores variações de temperaturas e pH durante o desabastecimento do silo quando comparado aos estratos médio e inferior, os quais obtiveram valores menores e mais próximos entre si. Tal fato justifica-se por ter-se menor densidade específica da massa nas camadas mais superficiais, pois não existe a ação do peso de camadas superiores sobre esta, o que leva a uma maior aeração entre as partículas, fator esse que contribui na deterioração da silagem tanto no armazenamento quanto na desensilagem. Quanto maior a deterioração aeróbica do material, maiores são os valores de pH e de temperatura, uma vez que estes parâmetros estão diretamente relacionados ao metabolismo de açúcares e ácidos orgânicos realizado por leveduras e bactérias (Borreani *et al.*, 2018; Neumann *et al.*, 2017).

Além da menor massa específica, a camada superficial sofre maior exposição às variações de temperatura do ambiente e do oxigênio que penetra pelo filme plástico. Os filmes plásticos, na maioria dos produtos comerciais, possuem uma porosidade variável, na qual o oxigênio ultrapassa para o interior do silo, deste modo, o estrato superior cria um microambiente favorável à proliferação microrganismos indesejáveis que realizam a espoliação dos componentes nutricionais da matéria seca (Borreani; Tabacco, 2014b).

A magnitude desse efeito está diretamente relacionada à permeabilidade do material de vedação, ou seja, quanto maior a difusão de oxigênio através do filme, mais intenso é o processo de deterioração aeróbica (Borreani; Tabacco, 2014b). Os resultados deste estudo sugerem que filmes de polietileno de maior espessura podem alcançar desempenho equivalente ao de tecnologias avançadas, como os filmes com barreira de oxigênio, demonstrando a eficácia comparável de ambas as vedações na preservação da silagem.

Na Tabela 4, de maneira geral, independentemente do estrato do silo, a silagem com SVDF180 ou SVDFP90 apresentaram valores adequados de estabilidade, tanto por pH quanto por temperatura. Contudo, estatisticamente ($P > 0,05$), a estabilidade aeróbica foi maior no estrato superior para o

tratamento SVDF180, tanto por temperatura (63,00 vs. 55,50 horas) quanto por pH (80,87 vs. 66,75 horas), em comparação ao SVDFP90. Já no estrato inferior, observou-se o efeito inverso, com o tratamento SVDFP90 mostrando maior estabilidade por temperatura (77,62 vs. 60,25 horas) e por pH (90,37 vs. 78,37 horas) em relação ao SVDF180.

Tabela 4 – Estabilidade aeróbica de silagens de milho submetidas à vedação com diferentes filmes plásticos.

Estabilidade aeróbica	Tipo de vedação		Média	CV	Prob
	SVDF180	SVDFP90			
Horas					
<u>Estrato superior:</u>					
por temperatura	63,00 a	55,50 b	59,25	3,27	0,0015
por pH	80,87 a	66,75 b	73,81	8,15	0,0160
<u>Estrato inferior:</u>					
por temperatura	60,25 b	77,62 a	68,94	3,45	0,0001
por pH	78,37 b	90,37 a	84,38	3,94	0,0022

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste F a 5%. CV: coeficiente de variação, %.

A estabilidade aeróbica tende a ser menor quando há maior conservação de nutrientes na massa ensilada, pois esse ambiente favorece a rápida proliferação de fungos e leveduras. O tratamento SVDFP90 apresentou aumento de 7,5 horas na estabilidade por temperatura e 14,14 horas na estabilidade por pH em relação ao tratamento SVDF180, evidenciando uma conservação mais eficaz dos nutrientes, todavia, não houve produção suficiente de ácido acético e propiônico no processo fermentativo de modo a inibir o crescimento de microrganismos deteriorantes (Muck *et al.*, 2018). Resultado semelhante ao observado neste estudo foi reportado por Tabacco, Ferrero e Borreani (2020), ao comparar filme plástico barreira de oxigênio de 130 µm com polietileno de 200 µm, verificando maior estabilidade aeróbica no material barreira, especialmente nas regiões mais profundas do silo, o que corrobora os dados aqui apresentados.

Esse resultado está de acordo com o comportamento observado nas Figuras 1 e 2, em que a silagem contida no estrato superior apresentou maiores variações de temperatura e pH em função de sua menor densidade específica e maior exposição ao oxigênio, fatores que favorecem a deterioração aeróbica. Assim, a maior instabilidade nessa camada pode ser atribuída tanto à maior aeração entre as partículas quanto à difusão de oxigênio através do filme plástico, que cria condições para o crescimento de microrganismos indesejáveis.

A menor estabilidade aeróbica na camada inferior observada no SVDF180, pode ser efeito de uma maior atividade microbiana no silo fechado com filme de 180 µm tenha gerado mais água durante o processo, facilitando o transporte de nutrientes para o estrato inferior, o que pode ter contribuído para a redução da estabilidade devido ao maior teor de nutrientes disponíveis. A realização de análise

bromatológica por estrato seria recomendável para esclarecer a distribuição de nutrientes e a atividade microbiana em diferentes camadas da silagem.

Na Tabela 5 está apresentada a degradação ruminal da matéria seca nos tempos de 24, 48 e 96 horas de incubação das silagens conservadas sob diferentes tipos de vedação. Nos tempos de incubação de 24 (média geral de 50,04% na MS) e 48 horas (média geral de 61,87% na MS) não foi observado diferença entre os tratamentos ($P>0,05$), todavia, no tempo de 96 horas de incubação ruminal, a silagem do SVDFP90 obteve maior degradação da matéria seca comparativamente SVDF180 (68,19% vs. 63,47% na MS).

Tabela 5 – Degradação ruminal de silagens de milho submetidas à vedação com diferentes filmes plásticos.

Degradação ruminal	Tipo de vedação		Média	CV	Prob
	SVDF180	SVDFP90			
	% na MS				
24 horas	51,28 a	48,80 a	50,04	7,62	0,3937
48 horas	62,33 a	61,42 a	61,87	3,20	0,5384
96 horas	63,47 b	68,19 a	65,83	3,13	0,0177

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste F a 5%. CV: coeficiente de variação, %.

Cristo *et al.* (2021) verificaram comportamento bastante similar entre tratamentos ao comparar a degradação ruminal de silagens de milho armazenadas sob filmes plásticos compostos por polietileno de 200 µm com aqueles formados por polietileno de 80 µm somado a poliamida de 20 µm, embora a avaliação tenha sido limitada ao período de 48 horas.

Sugere-se que nos tempos de 24 e 48 horas houve a degradação ruminal similar de componentes de rápida digestibilidade, como os componentes amiláceos, principal fonte de energia aos ruminantes, e pectina, que compõe parte da fibra estrutural do alimento e possui alta digestibilidade (Neumann *et al.*, 2021), enquanto que no tempo de incubação de 96 horas, a maior degradação apresentada no SVDFP90 pode ser atribuída a uma diferença no perfil fermentativo desta silagem, o qual promoveu ou preservou de modo mais eficiente a proteína verdadeira, reduzindo a formação de proteína insolúvel em detergente ácido, e retardando a hidrólise da hemicelulose (Chen, S. *et al.*, 2025; Li *et al.*, 2019). Com tempos maiores de incubação, essas características favoreceram aumento na degradação ruminal da matéria seca.

Tabela 6. Comportamento ingestivo expresso em horas dia⁻¹ e em número de vezes dia⁻¹, de novilhos alimentados com silagem de milho armazenadas em silos trincheiras sob diferentes tipos de vedação, conforme fase do confinamento.

Parâmetro	Tipo de vedação		Média	CV, %	Prob.
	SVDF180	SVDFP90			
Primeira fase do confinamento					
<u>Horas dia⁻¹:</u>					
Consumo alimentos	2,29 a	2,49 a	2,39	15,55	0,4632
Consumo água	0,20 a	0,25 a	0,22	33,75	0,8431
Ruminação	4,97 a	5,23 a	5,10	26,40	0,7428
Ócio	16,54 a	16,02 a	16,28	8,49	0,5721
<u>Vezez dia⁻¹:</u>					
Alimentação	22,4 a	23,2 a	22,8	16,90	0,6877
Abeberação	6,1 a	6,5 a	6,3	23,24	0,6897
Defecação	8,9 a	7,9 a	8,4	26,33	0,3886
Micção	6,1 a	5,1 a	5,6	20,22	0,2601
Segunda fase do confinamento					
<u>Horas dia⁻¹:</u>					
Consumo alimentos	2,10 a	2,10 a	2,10	17,85	0,9951
Consumo água	0,17 a	0,17 a	0,17	26,70	0,8626
Ruminação	4,72 a	4,43 a	4,57	18,49	0,6407
Ócio	17,10 a	17,30 a	17,20	7,73	0,7550
<u>Vezez dia⁻¹:</u>					
Alimentação	19,6 a	17,8 a	18,7	21,65	0,3537
Abeberação	5,3 a	5,4 a	5,4	29,36	0,9210
Defecação	6,7 a	8,0 a	7,3	21,10	0,2517
Micção	5,2 a	4,6 a	4,9	20,18	0,3933

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste F a 5%. CV: coeficiente de variação, %.

Na Tabela 6 são apresentados os dados médios de comportamento ingestivo de novilhos terminados em confinamento com dietas contendo silagem de milho oriunda de diferentes tipos de vedação, avaliados nas duas fases do confinamento. De modo geral, o comportamento ingestivo manteve-se estável ao longo do período experimental ($P>0,05$), sem influência do tipo de vedação empregado. Na primeira e na segunda fases, respectivamente, as médias diárias de consumo de alimentos foram de 2,39 e 2,10 horas, de consumo de água de 0,22 e 0,17 horas, de ruminação de 5,10 e 4,57 horas e de ócio, 16,28 e 17,20 horas. Quanto à frequência das atividades, observaram-se médias de 22,8 e 18,7 eventos de alimentação, 6,3 e 5,4 de abeberação, 8,4 e 7,3 de defecação e 5,6 e 4,9 de micção por dia, na primeira e segunda fases do confinamento, respectivamente.

Neumann *et al.* (2021) verificaram que tanto os animais submetidos à alimentação com silagem de milho vedada sob filme plástico composto por polietileno dupla face de espessura 220 μm quanto os animais submetidos a alimentação de silagem vedada com a associação de polietileno de 80 μm e poliamida de 20 μm apresentaram características similares quanto ao comportamento ingestivo do presente trabalho.

Tabela 7 – Produção de fezes em kg dia⁻¹ na base natural ou base seca, teor de matéria seca e de fibra em detergente neutro, escore e pH das fezes e digestibilidade aparente da matéria seca e da fibra em detergente neutro, de novilhos terminados em confinamento com silagem de milho armazenadas em silos trincheiras sob diferentes tipos de vedação, conforme fase do confinamento.

Parâmetro*	Tipo de vedação		Média	CV, %	Prob.
	SVDF180	SVDFP90			
Primeira fase do confinamento					
Fezes, kg MN dia ⁻¹	13,47 a	13,50 a	13,48	16,64	0,9786
MS das fezes, %	17,53 a	17,08 a	17,31	5,66	0,3435
FDN fecal, %	64,55 a	64,72 a	64,64	2,23	0,8124
Fezes, kg MS dia ⁻¹	2,35 a	2,31 a	2,33	15,83	0,8063
Escore das fezes	3,04 a	2,84 a	2,94	8,95	0,1389
pH das fezes	7,49 a	7,34 a	7,42	3,30	0,2152
DMS, %	72,54 a	73,74 a	73,14	4,94	0,4919
DFDN, %	46,94 a	47,89 a	47,41	12,17	0,7327
Segunda fase do confinamento					
Fezes, kg MN dia ⁻¹	11,93 a	12,74 a	12,33	20,76	0,5095
MS das fezes, %	20,41 a	19,45 a	19,93	6,71	0,1491
FDN fecal, %	63,97 a	62,66 a	63,31	3,27	0,1966
Fezes, kg MS dia ⁻¹	2,42 a	2,48 a	2,45	20,17	0,7819
Escore das fezes	3,63 a	3,34 b	3,49	7,79	0,0393
pH das fezes	7,52 a	7,49 a	7,51	3,74	0,8237
DMS, %	75,21 a	73,99 a	74,60	6,98	0,6286
DFDN, %	52,55 a	50,91 a	51,73	19,33	0,7323

*MN: matéria natural; MS: matéria seca; FDN: fibra em detergente neutro; DMS: digestibilidade da matéria seca; DFDN: digestibilidade da fibra em detergente neutro.

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste F a 5%. CV: coeficiente de variação, %.

Os dados apresentados na Tabela 7 demonstram que, de modo geral, tanto na primeira quanto na segunda fase do confinamento, os parâmetros relacionados à produção de fezes em base natural (com médias gerais de 13,48 e 12,33 kg de matéria natural por dia, respectivamente), aos teores de matéria seca (17,31% e 19,93%), de fibra em detergente neutro (64,64% e 63,31%), ao escore fecal (2,94 e 3,49) e ao pH das fezes (7,42 e 7,51), assim como aos valores de digestibilidade aparente da matéria seca (73,14% e 74,60%) e da fibra em detergente neutro (47,41% e 51,73%), não sofreram alterações significativas ($P>0,05$) em função do tipo de vedação utilizado na ensilagem do milho e incluído na dieta dos novilhos, independentemente da fase de avaliação do confinamento.

A graduação visual do escore fecal em bovinos se torna uma ferramenta que auxilia na detecção de distúrbios gastrointestinais nos animais, que podem evoluir para ataxia, acidemia, bacteremia, arritmia, hipovolemia e posterior óbito, estas afecções impactam, além da saúde, o desempenho e os custos na produção. Na segunda fase do confinamento houve redução ($P<0,05$) no escore de fezes no SVDFP90, apesar de ainda se manter em valor dentro do considerado ideal para saúde do animal (escore 3).

Tabela 8 – Desempenho animal de novilhos terminados em confinamento com silagem de milho armazenadas em silos trincheiras sob diferentes tipos de vedação.

Desempenho animal*	Tipo de vedação		Média	CV	Prob.
	SVDF180	SVDFP90			
<u>GPD, kg dia⁻¹:</u>					
0 a 70 dias	1,521 a	1,541 a	1,531	14,01	0,8372
0 a 140 dias	1,426 a	1,427 a	1,427	12,76	0,9797
<u>IMSD, kg dia⁻¹:</u>					
0 a 70 dias	8,39 a	8,69 a	8,54	7,94	0,4102
0 a 140 dias	9,57 a	9,62 a	9,60	8,93	0,9031
<u>IMSPV, % do peso vivo:</u>					
0 a 70 dias	2,02 a	2,06 a	2,04	7,08	0,5540
0 a 140 dias	1,86 a	1,91 a	1,89	6,46	0,4083
<u>CA (CMSD:GPD), kg kg⁻¹:</u>					
0 a 70 dias	5,81 a	5,68 a	5,75	11,50	0,6873
0 a 140 dias	6,27 a	6,21 a	6,24	10,19	0,8298
<u>Escore de comedouro:</u>					
0 a 70 dias	3,21 a	3,48 a	3,35	13,59	0,5780
0 a 140 dias	3,21 a	3,42 a	3,32	10,07	0,2016
<u>Escore de fezes:</u>					
0 a 70 dias	3,24 a	3,49 a	3,37	3,24	0,4643
0 a 140 dias	3,30 a	3,51 a	3,40	2,95	0,2119

*GPD: ganho de peso diário; IMSD: ingestão de matéria seca por dia; IMSPV: ingestão de matéria seca por peso vivo; CA: conversão alimentar; CMSD: consumo de matéria seca por dia.

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste F a 5%. CV: coeficiente de variação, %.

Os valores de ganho de peso médio diário, de consumos de MS, expressos em kg dia⁻¹ ou por 100 kg de peso vivo, de conversão alimentar, escore de comedouro e de fezes de novilhos terminados em confinamento com silagem de milho conservada sob distintos tipos de vedação (Tabela 8), ao passar de 140 dias de confinamento, não foram alterados ($P>0,05$), apresentando valores médios de 1,427 kg dia⁻¹, 9,60 kg dia⁻¹, 1,89 % do peso vivo, 6,24 kg kg⁻¹, 3,32 e 3,40 respectivamente.

Ambos os filmes plásticos foram eficazes em manter o ambiente anaeróbico no interior do silo, preservando os nutrientes da silagem de milho e impactando de forma similar no desempenho dos animais submetidos a ambas as dietas.

No estudo realizado por Neumann *et al.* (2024) comparando diferentes filmes plásticos de polietileno, percebeu-se que os animais alimentados com a silagem de milho armazenada sob o filme plástico dupla face de 90 µm obtiveram menor ganho médio diário e menor eficiência alimentar, durante o confinamento, quando comparado ao filme plástico de 200 µm. No presente estudo, verificou-se que a inclusão da poliamida junto às camadas de polietileno (CVDFP90) permitiu ter um filme com menor espessura, sem impactar no desempenho animal quando comparado a um filme plástico dupla face de 90 µm (CVDF180).

Na Tabela 9 também se evidenciou nos distintos tipos de vedação empregada na ensilagem de milho, que os dados das características ultrassonográficas da carcaça ao abate e ganho no período de confinamento para área de olho de lombo (média geral de 91,58 e 25,46 cm², respectivamente), ratio (0,56 e 0,06), marmoreio (3,39 e 0,69) e espessura de gordura subcutânea (7,67 e 3,85 mm) e de picanha (10,60 e 4,97 mm) de novilhos terminados em confinamento não foram alterados.

Tabela 9 – Características ultrassonográficas da carcaça de novilhos terminados em confinamento com silagem de milho armazenadas em silos trincheiras sob diferentes tipos de vedação.

Características ultrassonográficas*	Tipo de vedação		Média	CV	Prob.
	SVDF180	SVDFP90			
Ao abate					
. AOL, cm ²	93,44 a	89,72 a	91,58	6,33	0,1918
. <i>Ratio</i>	0,56 a	0,55 a	0,56	5,81	0,4389
. Marmoreio	3,45 a	3,33 a	3,39	4,79	0,1549
. EGS, mm	7,65 a	7,68 a	7,67	18,87	0,8529
. EGP, mm	11,23 a	9,97 a	10,60	14,58	0,3206
Ganho no período de terminação					
. AOL, cm ²	26,44 a	24,47 a	25,46	18,85	0,5763
. <i>Ratio</i>	0,07 a	0,06 a	0,06	27,67	0,6765
. Marmoreio	0,74 a	0,64 a	0,69	27,31	0,1136
. EGS, mm	3,81 a	3,88 a	3,85	20,07	0,9245
. EGP, mm	5,63 a	4,32 a	4,97	20,58	0,1858

*AOL: área de olho de lombo; EGS: espessura de gordura subcutânea; EGP: espessura de gordura da picanha.

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste F a 5%. CV: coeficiente de variação, %.

A deposição de gordura no animal ocorre quando a energia consumida na dieta é superior à exigência do metabolismo basal do animal, e sofre interferência de fatores como idade, raça, genética, sexo e dieta (Schumacher *et al.*, 2022). Estudos indicam que dietas com maior quantidade de carboidratos formam uma maior quantidade de ácido acético no rúmen, o qual configura-se como o principal precursor de gordura nos animais (Chen, K. *et al.*, 2024), e embora haja uma maior conservação de amido na silagem do CVDFP90, conforme apresentado na Tabela 2, não houve diferença estatística para ambos tratamentos para os valores apresentados na Tabela 9.

Tabela 10 – Desempenho, características quantitativas e componentes não integrantes da carcaça de novilhos terminados em confinamento com silagem de milho armazenadas em silos trincheiras sob diferentes tipos de vedação.

Parâmetro*	Tipo de vedação		Média	CV	Prob.
	SVDF180	SVDFP90			
Desempenho da carcaça					
Peso inicial, kg	368,67 a	361,78 a	365,22	3,62	0,3023
Peso final, kg	568,28 a	561,61 a	564,94	4,53	0,5822
Rendimento carcaça, %	54,33 a	54,03 a	54,18	2,36	0,6230
Ganho de carcaça, kg	124,65 a	122,57 a	123,61	12,63	0,7804
GMC, kg dia ⁻¹	0,944 a	0,929 a	0,936	12,62	0,7538

GMC GMD, %	66,32 a	65,41 a	65,86	6,44	0,6582
ETC, kg kg ⁻¹	9,73 a	10,04 a	9,89	10,29	0,5243
Espessura de gordura, mm					
<i>Longissimus dorsi</i>	6,06 a	7,09 a	6,57	15,04	0,1410
Dianteiro	4,11 a	5,39 a	4,75	19,88	0,1111
Costilhar	6,67 a	6,83 a	6,75	18,12	0,7748
Traseiro	7,39 a	8,06 a	7,72	17,49	0,1258
Características quantitativas, cm					
Comprimento de carcaça	136,39 a	136,00 a	136,19	2,37	0,8019
Espessura de coxão	35,06 a	34,72 a	34,89	3,74	0,5966
Comprimento de braço	32,28 a	31,06 a	31,67	4,72	0,1022
Perímetro de braço	40,39 a	41,56 a	40,97	6,93	0,3955
Órgãos vitais, % do peso vivo					
Coração	0,31 a	0,31 a	0,31	13,34	0,9094
Fígado	1,23 a	1,20 a	1,21	9,77	0,6404
Pulmões	1,06 a	1,14 a	1,10	9,61	0,0936
Rins	0,19 a	0,19 a	0,19	10,65	0,9999
Abomaso cheio	1,27 a	1,35 a	1,31	9,27	0,1553
Rúmen cheio	5,95 a	5,91 a	5,93	10,40	0,9013
Rúmen vazio	1,59 a	1,69 a	1,64	6,69	0,0715
Outros órgãos, % do peso vivo					
Testículos	0,15 a	0,15 a	0,15	11,36	0,4154
Rabo	0,28 a	0,29 a	0,28	14,70	0,5779
Cabeça	2,54 a	2,65 a	2,60	8,88	0,3127
Patas	1,67 a	1,62 a	1,65	7,35	0,4045
Couro	7,95 a	7,98 a	7,97	7,84	0,9290

*GMC: ganho médio de carcaça; GMC GMD: eficiência de transformação de ganho de peso vivo em carcaça; ETC: eficiência de transformação da MS ingerida em carcaça.

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste F a 5%. CV: coeficiente de variação, %.

Na avaliação do desempenho da carcaça de novilhos terminados em confinamento (Tabela 10), observou-se que os parâmetros de peso inicial (média geral de 365,22 kg), peso final (564,94 kg), rendimento de carcaça (54,18%), ganho de carcaça (123,61 kg), GMC (0,936 kg dia⁻¹), GMC GMD (65,86%) e ETC (9,89 kg kg⁻¹) não houve diferença (P>0,05) entre os tratamentos avaliados.

De mesmo modo, a espessura de gordura no músculo *Longissimus dorsi* (média de 6,57 mm), no dianteiro (4,75 mm), costilhar (6,75 mm) e traseiro (7,72 mm) e as características de comprimento de carcaça (136,19 cm), espessura de coxão (34,89 cm), comprimento de braço (31,67 cm) e perímetro de braço (40,97 cm) não diferiram estatisticamente (P>0,05) entre tratamentos.

Dietas com maiores teores de energia impactam diretamente no desempenho de carcaça, pois influenciam na deposição de tecido muscular e adiposo do animal, bem como interfere por consequência nas características organolépticas da carne produzida (Carrillo *et al.*, 2021). Portanto, infere-se que por conta de as dietas não apresentarem diferença estatística no nível energético contido nelas, os parâmetros de desempenho da carcaça, a espessura de gordura e as características quantitativas não foram afetados.

Quanto aos órgãos vitais como coração (média geral de 0,31% do peso vivo), fígado (1,21%), pulmões (1,10%), rins (0,19%), abomaso cheio (1,31%), rúmen cheio (5,93%), rúmen vazio (1,64%) e outros órgãos como testículos (0,15%), rabo (0,28%), cabeça (2,60%), patas (1,64%) e couro não se verificou efeito significativo do tratamento ($P > 0,05$).

A esta ausência de diferença estatística para órgãos pode ser explicada por conta de os animais utilizados serem provenientes de um lote homogêneo quanto à sua genética, possuírem a mesma exigência nutricional para produção de carne e terem sido submetidos à dietas de mesmo tamanho de partícula e nível energético, fatores estes que interferem no tamanho e peso de órgãos durante o crescimento do animal (Da Silva Freitas *et al.*, 2019).

De modo geral, a importância desse tema é evidenciada pelo fato de que propriedades rurais geram elevadas quantidades de resíduo plástico, como observado por Borreani e Tabacco (2015), que relataram produção média de 10,3 kg vaca ano⁻¹, dos quais 3,9 kg vaca ano⁻¹ são provenientes da conservação de volumosos. Tal fato demonstra a necessidade de atenção a essa fonte de poluição, buscando minimizar impactos ambientais e impedir a possível contaminação de solo, fezes, fluido folicular, sangue, e produtos finais como leite e carne (Glorio Patrucco *et al.*, 2024; Solanki *et al.*, 2024).

Portanto, avaliando a bromatologia, temperatura, pH, matéria seca, perdas físicas, estabilidade aeróbica, degradação ruminal, comportamento ingestivo dos animais, digestibilidade, desempenho animal, bem como características ultrassonográficas e de carcaça, observa-se, de maneira geral, que ambos os sistemas de vedação foram eficientes. Um filme plástico de maior espessura pode ser substituído por outro de menor espessura com barreira de oxigênio, mantendo a eficiência dos resultados e reduzindo em aproximadamente 50% o resíduo plástico gerado após o uso da vedação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Recomenda-se o uso do polietileno tipo dupla face, com filme de poliamida coextrusada entre as camadas e espessura de 90 µm, uma vez que apresenta desempenho equivalente ao polietileno tipo dupla face de 180 µm na ensilagem de milho. Os parâmetros avaliados mantiveram-se estáveis entre as vedações testadas, além de proporcionar a redução do volume de resíduo plástico gerado.

REFERÊNCIAS

- AOAC, A. of O. A. C. **Official Methods of Analysis**. 22. ed. [S. l.]: Oxford University Press, 2023.
- BORREANI, G.; TABACCO, E. Bio-based biodegradable film to replace the standard polyethylene cover for silage conservation. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 98, n. 1, p. 386–394, 2015. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8110>.
- 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 of Dairy Science**, [s. l.], v. 97, n. 4, p. 2415–2426, 2014a. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7632>.
- 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 of Dairy Science**, [s. l.], v. 97, n. 4, p. 2415–2426, 2014b. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7632>.
- BORREANI, G.; TABACCO, E.; CAVALLARIN, L. A new oxygen barrier film reduces aerobic deterioration in farm-scale corn silage. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 90, n. 10, p. 4701–4706, 2007. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0310>.
- BORREANI, G.; TABACCO, E.; SCHMIDT, R. J.; HOLMES, B. J.; MUCK, R. E. Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 101, n. 5, p. 3952–3979, 2018. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13837>.
- CARRILLO, J. A.; BAI, Y.; HE, Y.; LI, Y.; CAI, W.; BICKHART, D. M.; LIU, G.; BARAO, S. M.; SONSTEGARD, T.; SONG, J. Growth curve, blood parameters and carcass traits of grass-fed Angus steers. **Animal**, [s. l.], v. 15, n. 11, 2021. DOI 10.1016/j.animal.2021.100381. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85118475240&doi=10.1016%2Fj.animal.2021.100381&partnerID=40&md5=b74b4a91c2fb9c6bb023f1f606f31162>.
- CHEN, K.; SHUI, Y.; DENG, M.; GUO, Y.; SUN, B.; LIU, G.; LIU, D.; LI, Y. Effects of different dietary energy levels on growth performance, meat quality and nutritional composition, rumen fermentation parameters, and rumen microbiota of fattening Angus steers. **Frontiers in Microbiology**, [s. l.], v. 15, 2024. DOI 10.3389/fmicb.2024.1378073. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85193525781&doi=10.3389%2Ffmicb.2024.1378073&partnerID=40&md5=8a67ff9f99ba69c432112bf286294a5f>.
- CHEN, S.; SHAO, T.; OUYANG, J.; ZHAO, J.; LI, J.; DONG, Z.; PU, X.; XU, C.; ZHAO, Y.; YUAN, X. Optimizing fermentation quality via lignocellulose degradation: synergistic effects of fibrolytic additives and *Lactiplantibacillus plantarum* on *Elymus dahuricus* silage. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, [s. l.], v. 12, n. 1, 2025. DOI 10.1186/s40538-025-00795-x. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-105006888966&doi=10.1186%2Fs40538-025-00795-x&partnerID=40&md5=8a4d90376610524549d2a4d1fa6994f7>.
- CRISTO, F. B.; NEUMANN, M.; SIDOR, F. de S.; SELLER, M. E. C.; PLODOVISKI, D. C.; CARNEIRO, E. L.; CESAR, P. V. P.; SAVOLDI, L. S.; COSTA, L. da. Efeito de diferentes filmes

plásticos dupla face sobre características químico-fermentativas da silagem de milho. **Ciência Animal Brasileira**, [s. l.], v. 22, p. e-66770, 2021. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v22e-66770>.

DA SILVA FREITAS, L.; BRONDANI, I. L.; MARTINI, A. P. M.; CALLEGARO, A. M.; DE PAULA COLVERO, P. C.; DONICHT, P. A. M.; PACHECO, P. S.; DA SILVA RODRIGUES, L.; DE MOURA, A. F.; DOMINGUES, C. C. Characteristics of the non-carcass components of steers fed different sources of dietary carbohydrates. **Semina: Ciências Agrárias**, [s. l.], v. 40, n. 3, p. 1249–1262, 2019. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n3p1249>.

FERREIRA, S.; GUIMARÃES, T.; MOREIRA, K.; ALVES, V.; LEMOS, B.; SOUZA, F. Caracterização fecal de bovinos. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, [s. l.], n. 20, p. 1–22, 2013. .

GLORIO PATRUCCO, S.; RIVOIRA, L.; BRUZZONITI, M. C.; BARBERA, S.; TASSONE, S. Development and application of a novel extraction protocol for the monitoring of microplastic contamination in widely consumed ruminant feeds. **Science of the Total Environment**, [s. l.], v. 947, 2024. DOI 10.1016/j.scitotenv.2024.174493. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85197806864&doi=10.1016%2fj.scitotenv.2024.174493&partnerID=40&md5=431bd00d18dd56aad27b3c3e5e50b820>.

GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. **Forage fiber analyses (Apparatus, reagents, procedures, and some applications)**. USA: United States Department of Agriculture (USDA), 1970.

KHAN, N. A.; KHAN, N.; TANG, S.; TAN, Z. Optimizing corn silage quality during hot summer conditions of the tropics: investigating the effect of additives on in-silo fermentation characteristics, nutrient profiles, digestibility and post-ensiling stability. **Frontiers in Plant Science**, [s. l.], v. 14, 2023. DOI 10.3389/fpls.2023.1305999. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85178902498&doi=10.3389%2ffpls.2023.1305999&partnerID=40&md5=2309aa2657f2ff280d0e23cf29e3e302>.

KUNG, L.; SHAVER, R. D.; GRANT, R. J.; SCHMIDT, R. J. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 101, n. 5, p. 4020–4033, 2018. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13909>.

LI, M.; ZI, X.; ZHOU, H.; LV, R.; TANG, J.; CAI, Y. Silage fermentation and ruminal degradation of cassava foliage prepared with microbial additive. **AMB Express**, [s. l.], v. 9, n. 1, 2019. DOI 10.1186/s13568-019-0906-2. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85074996838&doi=10.1186%2fs13568-019-0906-2&partnerID=40&md5=bc03fbfa8b63afd3906ca2faaff46864>.

LOOPER, M. L.; STOKES, S. R.; WALDNER, D. N.; JORDAN, E. R. Managing Milk Composition: Evaluating Herd Potential. **Cooperative Extension Service College of Agriculture and Home Economics**, [s. l.], 2001. .

MENEZES, G. L.; DE OLIVEIRA, A. F.; DE ASSIS PIRES, F. P. A.; GONÇALVES, L. C.; DE MENEZES, R. A.; DE SOUSA, P. G.; DE MEDEIROS, P. H. A.; DE PINHO, M. M.; LANA, Â. M. Q.; DE ARAÚJO, V. E.; JAYME, D. G. Efficacy of adding chemical and microbial additives to silage on beef cattle performance: Systematic review and meta-analysis. **Grass and Forage Science**, [s. l.], v. 78, n. 1, p. 1–22, 2023. <https://doi.org/10.1111/gfs.12579>.

- MESQUITA, P. J. P. de; BARBOSA, R.; ALVES, T. S.; VOLCAN, D. S.; CONFORTIN, A. C. C.; MEDEIROS, E. P. Efeito de filmes nanocompósitos sobre características químico-fermentativas da silagem de milho. **Revista de Ciência e Inovação do IFFAR**, [s. l.], v. 10, p. 23, 2024. <https://doi.org/10.26669/2448-4091.2024.430>.
- MUCK, R. E.; NADEAU, E. M. G.; MCALLISTER, T. A.; CONTRERAS-GOVEA, F. E.; SANTOS, M. C.; KUNG, L. Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 101, n. 5, p. 3980–4000, 2018. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13839>.
- MULLER, L. **Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaça de novilhos**. 2. ed. [S. l.]: UFSM, 1987.
- NEUMANN, M.; BALDISSERA, E.; IENKE, L. A.; GIACOMET, J. A. D. A.; SCHLINDWEIN, A. M.; KALINOVSKI, V.; PEREIRA, E. L. C.; VENANCIO, B. J.; BUMBIERIS, V. H. Effect of the seal type in corn silage on steer performance. **Semina: Ciências Agrárias**, [s. l.], v. 45, n. 5, p. 1521–1542, 2024. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2024v45n5p1521>.
- NEUMANN, M.; CRISTO, F. B.; PONTAROLO, G. B.; DA SILVA, M. R. H.; HEKER, J. C.; DE SOUZA SIDOR, F.; PLODOVISKI, D. C.; CZELUSNIAK, C.; MACHADO, M. P. Effects of the types of sealing on chemical-fermentation characteristics of corn silage from the feed out face of trench silos. **Semina: Ciências Agrárias**, [s. l.], v. 42, n. 3, p. 1891–1907, 2021. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2021v42n3Supl1p1891>.
- NEUMANN, M.; CRISTO, F. B.; PONTAROLO, G. B.; SOUZA, A. M.; MACHADO, M. P.; OLIVEIRA, R. S.; GAVLAK, T. F.; MANCHUR, A. D. Effect of sealing on the feed out face of trench silos on the performance of confined calves. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [s. l.], v. 73, n. 3, p. 711–720, 2021. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-12248>.
- 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**, [s. l.], v. 47, n. 5, 2017. DOI 10.1590/0103-8478cr20160643. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85032447018&doi=10.1590%2f0103-8478cr20160643&partnerID=40&md5=356df7ed832a9ad79e1165124abfdb6f>.
- NEUMANN, M.; SANTOS, L. C.; ASKEL, E. J.; VENANCIO, B. J.; PONTAROLO, G. B.; CRISTO, F. B.; PLODOVISKI, D. C.; PEREIRA E SILVA, E. Ruminal kinetics and degradability of energetic feedstuffs used in diets for ruminants. **Ciência Animal Brasileira**, [s. l.], v. 22, 2021. DOI 10.1590/1809-6891V22E-68993. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85124186860&doi=10.1590%2f1809-6891V22E-68993&partnerID=40&md5=33d598c5b000a8a2929d4aacfb5e09fd>.
- NOCEK, J. E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 8, n. 71, p. 2051–2069, 1988. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(88\)79781-7](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(88)79781-7).
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's Guide: statistics, version 6**. 4. ed. [S. l.]: SAS institute, 1993. v. 2,
- SCHEIDT, K. C.; DIAZ, T. G.; MACHADO, J.; OSMARI, M. P.; DANIEL, J. L. P.; JOBIM, C. C. Sealing strategies in corn silage and sheep performance in feedlots. **Ciência Animal Brasileira**, [s. l.], v. 24, 2023. DOI 10.1590/1809-6891v24e-74185E. Disponível em:

<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85157970816&doi=10.1590%2f1809-6891v24e-74185E&partnerID=40&md5=0d42a4cd4c80f40bb35267ff46e6d3b3>.

SCHUMACHER, M.; DELCURTO-WYFFELS, H.; THOMSON, J.; BOLES, J. Fat Deposition and Fat Effects on Meat Quality—A Review. **Animals**, [s. l.], v. 12, n. 12, 2022. DOI 10.3390/ani12121550. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85131878905&doi=10.3390%2fani12121550&partnerID=40&md5=c9469c07deca70ba6f8e6049f8ded387>.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. **Análise de Alimentos, métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV - Universidade Federal de Viçosa, 2009.

SOLANKI, P.; JAIN, S.; MEHROTRA, R.; MAGO, P.; DAGAR, S. Microplastics in Agricultural Soil and Their Impact: A Review. **Nature Environment and Pollution Technology**, [s. l.], v. 23, n. 4, p. 2143–2155, 2024. <https://doi.org/10.46488/NEPT.2024.v23i04.019>.

SOUZA, M. P. de; LOPES, É. C. P.; UMBURANAS, R. C.; KOSZALKA, V.; MARCOLINA, E.; ÁVILA, F. W. de; MÜLLER, M. M. L. Long-Term Gypsum and Top-Dress Nitrogen Rates on Black Oat Forage Yield After Maize in No-Till. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, [s. l.], 2022. <https://doi.org/10.1007/s42729-022-00899-5>.

TABACCO, E.; FERRERO, F.; BORREANI, G. Feasibility of utilizing biodegradable plastic film to cover corn silage under farm conditions. **Applied Sciences (Switzerland)**, [s. l.], v. 10, n. 8, 2020. DOI 10.3390/APP10082803. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85084683439&doi=10.3390%2fAPP10082803&partnerID=40&md5=c362974882c90d5ce6cbe2ad10ea4f0f>.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. **Journal of Dairy Science**, 10. [s. l.], v. 10, n. 74, p. 3583–3597, 1991. [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.; CONRAD, H. R.; ST. PIERRE, N. R. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, [s. l.], v. 39, n. 1–2, p. 95–110, 1992. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(92\)90034-4](https://doi.org/10.1016/0377-8401(92)90034-4).