

Estratégias de vedação na ensilagem de milho e desempenho de ovinos em confinamento

Sealing strategies in corn silage and sheep performance in feedlots

Kácia Carine Scheidt^{1*}, Tatiana Garcia Diaz¹, Juliana Machado², Milene Puntel Osmari³, João Luiz Pratti Daniel¹, Clóves Cabreira Jobim¹

¹Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Paraná, Brasil.

²Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Piracicaba, São Paulo, Brasil.

³Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

*Autor correspondente: kaciacarine_19@hotmail.com

Resumo

Objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes estratégias de vedação sobre a estabilidade aeróbia e o valor alimentício da silagem de milho fornecida para cordeiros em terminação. Os tratamentos foram definidos de acordo com a estratégia de vedação do silo: LP (lona preta de polietileno), LP + Bagaço (lona preta de polietileno + bagaço de cana) e LP + Silostop (lona preta de polietileno + filme de barreira de oxigênio Silostop® Orange). Foram utilizados seis cordeiros por tratamento, totalizando 18 animais, em um período experimental de 63 dias. A silagem do tratamento LP apresentou maior estabilidade aeróbia, porém proporcionou menor coeficiente de digestibilidade da matéria seca. Não foi observada diferença significativa entre os tratamentos para o consumo e desempenho dos cordeiros. Todavia, para o peso corporal final, ganho de peso, ganho médio diário, eficiência alimentar e consumo de matéria seca, os melhores resultados, em valor absoluto, foram encontrados para os cordeiros alimentados com dieta à base da silagem coberta com LP + Bagaço. A silagem vedada exclusivamente com a lona preta de polietileno apresentou maior estabilidade aeróbia. As diferentes estratégias de vedação utilizadas nesse experimento não influenciaram o desempenho de cordeiros Dorper x Santa Inês em terminação.

Palavras-chave: carcaça; deterioração aeróbia; digestibilidade; ganho de peso

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effects of different sealing strategies on aerobic stability and feed value of corn silage supplied to finishing lambs. The treatments were set up according to the silo sealing strategy: BP (black polyethylene film), BP + Bagasse (black polyethylene film + sugarcane bagasse) and BP + Silostop (Silostop® Orange oxygen barrier film + black polyethylene film). Six lambs per treatment were used, totaling 18 animals in an experimental period of 63 days. The silage from LP treatment presented the highest aerobic stability, however with lower dry matter digestibility coefficients. No significant differences were detected among treatments for intake and performance of lambs. But for final body weight, weight gain, daily average gain, feed efficiency and dry matter intake, the best results, in absolute value, were found for lambs fed with silage from LP + Bagasse treatment. The silage sealed exclusively with black polyethylene film showed greater aerobic stability. The different sealing strategies used in this experiment did not influence the performance of finishing Dorper x Santa Inês lambs.

Keywords: aerobic deterioration; carcass; digestibility; weight gain

1. Introdução

A silagem de milho de planta inteira tem sido amplamente utilizada na alimentação de ruminantes⁽¹⁾, principalmente, por fornecer alto teor de nutrientes digestíveis totais e proporcionar elevado consumo voluntário, constituindo uma boa opção de alimento volumoso para cordeiros em terminação⁽²⁾. No entanto, durante o tempo de fermentação da forragem, podem ocorrer processos que acarretam perdas de nutrientes nas mais diversas magnitudes, sendo o grau de anaerobiose que ocorre no interior do silo o fator que tem influência direta sobre a preservação da silagem^(3,4). A presença de oxigênio

favorece o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, resultando em perdas de nutrientes, diminuição da qualidade higiênica, redução do valor alimentício da silagem^(5,6), além de acarretar na redução do consumo pelos animais⁽⁷⁾.

Desta forma, o filme plástico utilizado na vedação dos silos apresenta contribuição expressiva, visto que o mesmo é utilizado com o intuito de reduzir a penetração de ar do ambiente externo para o interior do silo. Tradicionalmente, o filme de polietileno têm sido o material mais empregado na vedação de silos horizontais⁽⁸⁾, em função, principalmente, de seu baixo custo e pelas suas

Recebido: 2 de outubro de 2022. Aceito: 14 de dezembro de 2022. Publicado: 23 de janeiro de 2023.



Este é um artigo de Acesso Aberto distribuído sob os termos da Creative Commons Attribution License, que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o trabalho original seja devidamente citado.

<https://revistas.ufg.br/vet/index>

características mecânicas⁽⁹⁾. Contudo, o polímero de polietileno não é um material totalmente impermeável à difusão de oxigênio e, portanto, não impede em sua totalidade a entrada de oxigênio no interior do silo^(10,11). Assim, mesmo com boas condições de vedação, o uso de lonas plásticas de polietileno, podem não impedir a penetração de oxigênio nas áreas periféricas do silo, deixando essas regiões expostas a deterioração.

Diante disso, nos últimos anos, tem-se buscado alternativas para conter as perdas durante a estocagem das silagens por meio do uso de filmes plásticos com menor permeabilidade ao oxigênio⁽¹²⁾. Amaral et al.⁽⁸⁾ destacam que além da importância da qualidade do filme plástico, a proteção do filme com algum outro material pode trazer benefícios, reduzindo a incidência de raios solares e as trocas gasosas com o ambiente, além de provocar adesão entre a lona e a massa ensilada, dificultando o deslocamento do oxigênio na massa.

Contudo, apesar de existirem diversos trabalhos que foram desenvolvidos^(9,11,13) objetivando avaliar diferentes filmes plásticos na etapa de vedação, poucas são as avaliações direcionadas para efeitos gerados no desempenho de animais alimentados com essas silagens. A maioria dos estudos têm como objetivo avaliar as perdas qualitativas e quantitativas das silagens em relação ao tempo de estocagem. Nesse contexto, o presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar os efeitos de diferentes estratégias de vedação sobre a estabilidade aeróbia da silagem e o desempenho de cordeiros em terminação.

2. Material e métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) (23° 25' 38" Sul; 51° 56' 15" Oeste) e no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal (LANA), ambos pertencentes à Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil. A cultura do milho (híbrido DKB 177) foi semeada na FEI e quando atingiu 29% de matéria seca, em média, procedeu-se a ensilagem. As plantas foram colhidas com colhedora de forragem, modelo JF92 Z10, regulada para corte com tamanho teórico de partículas de 10 mm. A forragem foi compactada em um silo horizontal do tipo trincheira, com dimensões de 4,85 m de largura x 18 m de comprimento e 1,6 m de profundidade (volume de 139,68 m³). Imediatamente após as etapas de abastecimento e compactação, o silo foi dividido transversalmente em três partes iguais (46,56 m³), e foram utilizadas três diferentes estratégias de vedação, as quais consistiram nos tratamentos, sendo:

- 1) Lona preta de polietileno de 200 µm (LP);
- 2) Lona preta de polietileno de 200 µm com adição de uma camada de ~ 10 cm de altura de bagaço de cana por toda a extensão da lona (LP + Bagaço);

- 3) Filme de barreira de oxigênio de 45 µm (Silostop® Orange), recoberto com lona preta de polietileno de 200 µm (LP + Silostop).

Decorridos 200 dias de armazenamento, o silo foi aberto, e o material do estrato superior (profundidade de 0 - 50 cm) das diferentes estratégias de vedação foi realocado em silos de tambores plásticos com capacidade de aproximadamente 150 L (7 tambores para cada tratamento). A silagem foi compactada nos silos por pisoteio humano, buscando atingir densidade de aproximadamente 600 kg/m³. Posteriormente, os silos foram vedados com o uso de lonas e fitas adesivas e permaneceram em galpão coberto por um período de 20 dias. Após esse procedimento, as silagens dos tambores plásticos começaram a ser utilizadas na alimentação dos cordeiros em terminação.

Para avaliação do desempenho animal, foram utilizados 18 cordeiros mestiços Dorper x Santa Inês (12 machos e 6 fêmeas), com peso vivo inicial médio (PVI) 21,4 kg (\pm 2,27 kg), distribuídos em blocos completos em função do PVI e do sexo (n = 6 animais/tratamento), desta forma, 4 blocos foram compostos por machos e 2 blocos foram compostos por fêmeas, sendo que os animais de cada bloco apresentavam PVI homogêneo. Os animais foram alojados em baias individuais suspensas (0,60 x 0,90 m), cobertas, com piso ripado e providas de comedouros e bebedouros individuais. A utilização dos animais na pesquisa obedeceu às especificações e cuidados impostos pelo Conselho de Ética e Proteção dos Animais (CEUA/UEM n°4411180917).

Os animais permaneceram em período experimental por 63 dias, até que atingissem peso médio de abate de ~ 35 kg. As dietas foram compostas de silagem de milho (SM), silagem de grão úmido de milho + soja (20%) reidratado (SGUMS), silagem de grão de milho reidratado (SGUM) e suplemento mineral (Tabela 1) e foram formuladas de acordo com o NRC (2007)⁽¹⁴⁾ para ganho de peso médio diário de 200 g, em uma relação volumoso:concentrado de 40:60, com base na matéria seca (MS) (Tabela 2).

A dieta foi fornecida duas vezes ao dia, às 8h00min e às 16h00min, e as sobras recolhidas antes da alimentação matinal, a fim de quantificar o material consumido individualmente pelos animais. A quantidade de dieta fornecida foi calculada de modo a permitir aproximadamente 10% de sobras, e a água foi fornecida à vontade. Semanalmente, amostras dos alimentos e sobras foram coletadas e armazenadas a -20°C para posteriores análises bromatológicas. Os animais foram pesados no início do período experimental, a cada 21 dias e no dia do abate, sempre antecedidos de um jejum de dieta sólida por 16 horas. A avaliação do ganho de peso (GP) foi calculada como a diferença entre o PVI e o peso vivo final (PVF); o ganho médio diário foi obtido pela diferença entre o PVF e o PVI dividido pelo número de dias do período experimental, e a eficiência alimentar, por meio da relação entre o GP e o consumo de MS.

Tabela 1. Composição química (base na MS) dos ingredientes das dietas experimentais

Ingredientes*	MS	MM	PB	FDN	EE	FDA	CNF	NDT
SM – LP	26,41	4,10	8,72	52,06	2,85	30,79	32,22	64,91
SM - LP + Bagaço	25,96	3,98	8,47	51,28	2,94	29,22	35,59	66,13
SM - LP + Silostop	26,43	4,22	8,11	51,76	3,17	29,57	35,00	65,86
SGUMS	65,60	2,49	15,81	14,27	6,94	3,72	63,61	86,02
SGUM	65,12	1,49	8,81	10,00	5,96	2,01	75,19	87,33

*SM – LP: silagem de milho vedada com lona preta de polietileno de 200 µm; SM – LP + Bagaço: silagem de milho vedada com lona preta de polietileno de 200 µm + bagaço de cana; SM – LP + Silostop: silagem de milho vedada com Silostop® Orange + lona preta de polietileno de 200 µm; SGUMS: silagem de grãos de milho + soja (20%) reidratado; SGUM: silagem de grãos de milho reidratado; MS: matéria seca; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; EE: extrato etéreo; FDA: fibra em detergente ácido; CNF: carboidratos não fibrosos; NDT: nutrientes digestíveis totais.

Tabela 2. Dietas experimentais formuladas com silagem de milho distribuídas de acordo com o tipo de cobertura recebida: lona preta de polietileno de 200 µm (LP), lona preta de polietileno de 200 µm + bagaço de cana (LP + Bagaço) e lona preta de polietileno de 200 µm + Silostop® Orange (LP + Silostop)

Dietas* (% MS)	Estratégias de vedação do silo		
	LP	LP + Bagaço	LP + Silostop
SM	40,0	40,0	40,0
SGUMS	42,51	42,51	42,51
SGUM	14,17	14,17	14,17
¹ Suplemento mineral	3,32	3,32	3,32
Nutrientes das dietas*			
MS, % MN	47,7	47,5	47,7
MM, % MS	2,9	2,9	3,0
PB, % MS	11,5	11,4	11,2
FDN, % MS	28,3	28,0	28,2
EE, % MS	4,9	5,0	5,01
FDA, % MS	14,2	13,6	13,7
CNF, % MS	50,6	51,9	51,7
NDT, % MS	77,83	78,30	78,22

*SM: silagem de milho; SGUMS: Silagem de grãos de milho + soja (20%) reidratado; SGUM: Silagem de grãos de milho reidratado; MS: matéria seca; MN: matéria natural; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; EE: extrato etéreo; FDA: fibra em detergente ácido; CNF: carboidratos não fibrosos; NDT: nutrientes digestíveis totais. ¹Níveis de garantia por kg do produto: Na: 147,00g; Ca: 120,00g; P: 87,00g; S: 18,00g; Zn: 3800,00mg; Fe: 1800,00mg; Mn: 1300,00mg; F: 870,00mg; Cu: 590,00mg; Mo: 300,00mg; I: 80,00mg; Co: 40,00mg; Cr: 20,00mg; Se: 15,00mg.

O abate dos animais foi realizado de acordo as normas do Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA⁽¹⁵⁾. Após a evisceração, a carcaça quente foi pesada para obter o rendimento de carcaça quente (RCQ), sendo: $RCQ = ((\text{peso da carcaça quente}/\text{peso vivo ao abate}) \times 100)$. As carcaças foram então refrigeradas em temperatura de 4°C por 24 horas. Após esse período, foram novamente

pesadas para determinar o rendimento de carcaça fria (RCF), em que: $RCF = ((\text{peso de carcaça fria}/\text{peso vivo ao abate}) \times 100)$. Entre o 29° e 31° dia experimental, para determinar a digestibilidade *in vivo* dos nutrientes foi realizada coletas de fezes, diretamente da ampola retal dos animais de acordo com Huhtanen et al.⁽¹⁶⁾, além de amostragens dos alimentos e sobras, sendo todas armazenadas à -20°C para posteriores análises laboratoriais. A estimativa da produção fecal foi realizada utilizando a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno⁽¹⁷⁾.

Ao final do experimento, todas as amostras (alimentos, sobras e fezes) foram pré-secas em estufa de circulação forçada de ar a 55°C por aproximadamente 72 horas e, posteriormente, moídas em moinho tipo Willey com peneira de 1 mm de crivo. Em seguida, foram determinados os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) conforme AOAC⁽¹⁸⁾. A fibra em detergente neutro (FDN) e a fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas de acordo com Van Soest et al.⁽¹⁹⁾ e os nutrientes digestíveis totais (NDT) estimados por meio da equação: $NDT = 88,9 - (0,779 \times \% FDA)$ ⁽²⁰⁾. Os carboidratos totais (CT) foram calculados conforme metodologia descrita por Sniffen et al.⁽²¹⁾, sendo que: $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$ e os carboidratos não fibrosos (CNF) foram obtidos pela subtração da FDN (corrigida para seu conteúdo de MM e PB) – CT. Para o cálculo da digestibilidade dos nutrientes foi utilizada a equação proposta por Merchen⁽²²⁾: $\text{Digestibilidade} (\%) = [(Ni - Nf) \div Ni] \times 100$, em que: Ni = nutriente ingerido e Nf = nutriente das fezes.

Para avaliação de alguns parâmetros da estabilidade aeróbia, foram coletadas amostras de 2,5 kg das silagens de cada tratamento, com quatro repetições, acondicionadas sem compactação em baldes plásticos sem tampa, distribuídos aleatoriamente em sala com temperatura controlada (24°C ± 1°C) por 144 horas. As temperaturas das silagens foram mensuradas a cada 15 minutos por meio de data loggers (Modelo Novus Tagtemp®), inseridos no centro da massa de cada balde.

A temperatura ambiente foi medida com o auxílio de data loggers distribuídos próximos aos baldes. No primeiro dia do estudo da estabilidade aeróbia, realizou-se a coleta de amostras para determinação de ácido lático e amônia. A determinação da concentração de ácido lático foi realizada por meio do método espectrofotométrico (565 nm) de Pryce⁽²³⁾ e amônia conforme Chaney e Marbach⁽²⁴⁾.

As variáveis avaliadas durante o ensaio de estabilidade aeróbia foram: estabilidade aeróbia, sendo calculada como o tempo, em horas, para que as silagens, após a abertura do silo, apresentassem temperatura 2°C mais elevada que a temperatura ambiente⁽²⁵⁾; temperatura máxima alcançada pela massa, em C° e acúmulo de temperatura em 6 dias de exposição aeróbia ($\Sigma 6d$). Outro parâmetro utilizado para avaliação da estabilidade aeróbia das silagens foi o pH, por meio de coletas diárias de amostras dos baldes. As leituras foram realizadas com o uso de um peagâmetro digital, calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0, sendo realizado a leitura do pH via infusão de 10 g de amostra de silagem em 100 mL de água destilada. Para a avaliação do desempenho animal, empregou-se o delineamento em blocos completos com tratamento casualizado. Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância e as suas médias comparadas pelo teste Tukey ($\alpha = 0,05$), utilizando-se o PROC MIXED do SAS⁽²⁶⁾. O delineamento experimental utilizado na avaliação da estabilidade aeróbia foi o inteiramente ao acaso e os dados experimentais foram submetidos à análise de variância e as suas médias comparadas pelo teste Tukey ($\alpha = 0,05$), utilizando-se o

PROC MIXED do programa SAS⁽²⁶⁾.

3. Resultados e discussão

A silagem vedada com LP apresentou maior valor de N-NH₃ (P<0,05), enquanto as silagens vedadas com LP + Bagaço e LP + Silostop apresentaram similaridade entre os valores. Por sua vez, os teores de ácido lático foram inferiores na silagem vedada com LP (Tabela 3).

De acordo com McDonald et al.⁽²⁷⁾, silagens mal preservadas apresentam teores de N-NH₃ superiores a 10%. Dessa forma, os valores observados no presente estudo são característicos do perfil de fermentação típico de silagens de milho de boa qualidade, indicando baixa atividade proteolítica de clostrídeos. Kung et al.⁽²⁸⁾, ressaltam que, o perfil de fermentação desejável nem sempre evita perdas após a abertura dos silos, sendo que em alguns casos pode aumentá-las. Ainda, conforme Weinberg e Muck⁽²⁹⁾, silagens que apresentam melhores padrões de fermentação, caracterizadas por alta concentração e predominância de ácido lático, bem como a presença de açúcares residuais, são mais afetadas pela deterioração aeróbia. Os resultados observados no presente estudo corroboram com a literatura mencionada, visto que, as silagens vedadas com LP + Bagaço e LP + Silostop que apresentaram teores superiores de ácido lático, proporcionando dessa maneira, maiores quantidades de substratos disponíveis para consumo dos microrganismos na fase aeróbia, foram as silagens que resultaram em menor estabilidade aeróbia (Tabela 3).

Tabela 3. Nitrogênio amoniacal (N-NH₃, em % do nitrogênio total - %NT), ácido lático (%MS), estabilidade aeróbia (EA), temperatura máxima (t°C máx) e temperatura acumulada ($\Sigma 6d$, em °C) da silagem de milho vedada com lona preta de polietileno de 200 µm (LP); lona preta de polietileno de 200 µm + bagaço de cana (LP + Bagaço); filme de barreira de oxigênio de 45 µm Silostop® Orange + lona preta de polietileno de 200 µm (LP + Silostop)

Variáveis	Estratégias de vedação do silo			Média	EPM*	P-valor
	LP	LP + Bagaço	LP + Silostop			
N-NH ₃ (% NT)	2,85 ^a	2,07 ^b	2,00 ^b	2,30	0,41	0,004
Ácido lático (% MS)	2,07 ^c	3,00 ^b	3,10 ^a	2,72	0,03	<0,001
EA (horas)	76,35 ^a	74,00 ^b	71,00 ^b	73,77	4,96	0,024
t°C máx.	30,95 ^c	35,87 ^b	38,10 ^a	34,97	0,90	<0,001
$\Sigma 6d$ (°C)	10,67 ^c	23,07 ^b	27,25 ^a	10,88	1,26	<0,001

*EPM: erro padrão da média. Médias diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

A silagem vedada com LP + Silostop apresentou temperatura máxima (38,10°C) superior às demais silagens, resultando em maior acúmulo de temperatura durante 144 horas (27,25°C) (P<0,05), indicativo de maior atividade microbiana (Tabela 3). Em contrapartida, a silagem vedada somente com LP apresentou menores valores de temperatura ao longo do tempo de exposição aeróbia (Figura 1A). O aumento na temperatura das

silagens é resultado do balanço entre a taxa de calor produzida pela atividade microbiana e as perdas de calor por condução, radiação, evaporação e convecção, e está diretamente relacionado à oxidação da MS, que provoca perdas na forma de dióxido de carbono (CO₂)⁽³⁰⁾.

Todos os valores médios de pH, independentemente do tipo de vedação utilizado, foram semelhantes entre si (P>0,05) e apresentaram pH abaixo

de 4,2 no início do período de exposição ao ar, demonstrando boa acidificação para silagem de milho. Com o avanço no tempo de exposição aeróbia, as silagens apresentaram aumento nos valores de pH (Figura 1B), provavelmente devido à degradação do ácido lático pelos

microrganismos aeróbios, especialmente leveduras, para obtenção de energia⁽³¹⁾, e a perda de outros ácidos orgânicos por volatilização⁽³²⁾, intensificando o processo de deterioração da silagem.

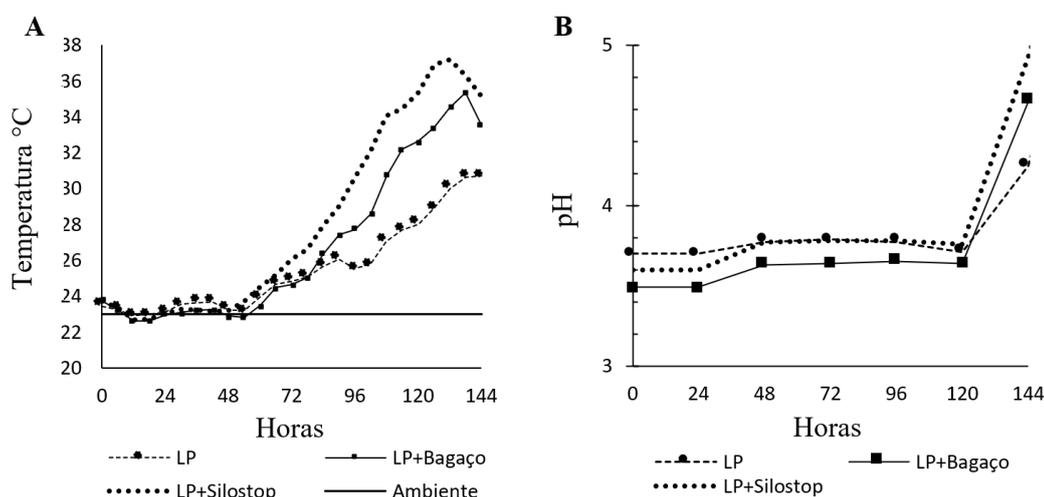


Figura 1. Comportamento temporal das silagens em aerobiose com relação a temperatura (A) e ao pH (B).

Em relação ao desempenho dos cordeiros (Tabela 4), pode-se verificar que nenhuma das variáveis foi influenciada ($P>0,05$) pelo tipo de vedação utilizado. A semelhança entre a resposta dos animais pode ser atribuída, entre outros fatores, a similaridade quanto à

composição bromatológica das dietas experimentais (Tabela 2). Assim, fica evidente que a magnitude de alterações na composição química das silagens avaliadas (Tabela 1) não foi suficiente para alterar o desempenho dos cordeiros.

Tabela 4. Desempenho de cordeiros Dorper x Santa Inês alimentados com silagem de milho vedada com lona preta de polietileno de 200 μm (LP); lona preta de polietileno de 200 μm + bagaço de cana (LP + Bagaço); filme de barreira de oxigênio de 45 μm Silotop® Orange + lona preta de polietileno de 200 μm (LP + Silotop)

Variáveis*	Estratégias de vedação do silo			Média	EPM	P – valor
	LP	LP + Bagaço	LP + Silotop			
PCF (kg)	34,31	36,56	36,18	35,68	6,97	0,328
GP (kg)	14,01	14,95	13,73	14,23	2,10	0,354
GMD (g/dia)	242,00	263,00	246,00	251,00	0,83	0,490
EA	0,199	0,211	0,208	0,206	0,01	0,332
Consumo (% PV)	3,22	3,28	3,12	3,20	0,07	0,626
RCQ (%)	49,46	49,28	49,08	49,27	1,44	0,860
RCF (%)	49,06	48,56	48,00	48,63	1,78	0,605

*PCF: peso corporal final; GP: ganho de peso – 63 dias; GMD: ganho médio diário; CMS: consumo de matéria seca; EA: eficiência alimentar; RCQ: rendimento de carcaça quente; RCF: rendimento de carcaça fria. EPM: erro padrão da média.

O GMD obtido com as três dietas foi de 251 g/dia, sendo superior aos 200 g/dia previsto na formulação da dieta. Observou-se que, apesar de não apresentar diferença estatística, os cordeiros alimentados com a silagem proveniente do tratamento LP + Bagaço apresentaram GMD de 21 e 17 g/dia superior, quando comparado com os cordeiros alimentados com as dietas

contendo silagem do tratamento LP e LP + Silotop, respectivamente (Tabela 4), o que pode garantir um melhor retorno econômico. Este comportamento pode ter sido consequência do maior CMS pelos animais do tratamento LP + Bagaço (Tabela 5), embora sem diferença estatística, quando comparado aos animais alimentados com as silagens dos demais tratamentos.

Tabela 5. Consumo de nutrientes de cordeiros Dorper x Santa Inês alimentados com silagem de milho vedada com lona preta de polietileno de 200 µm (LP); lona preta de polietileno de 200 µm + bagaço de cana (LP + Bagaço); filme de barreira de oxigênio de 45 µm Silostop® Orange + lona preta de polietileno de 200 µm (LP + Silostop)

Variáveis*	Estratégias de vedação do silo			Média	EPM	P - valor
	LP	LP + Bagaço	LP + Silostop			
Consumo de nutrientes (g.dia ⁻¹)						
MS	1155	1262	1164	1193	0,01	0,267
MO	1124	1225	1132	1160	1,02	0,273
FDN	305	342	313	320	3,87	0,149
PB	139	148	136	141	1,35	0,545
EE	62	66	63	64	2,68	0,407
Coeficientes de digestibilidade dos nutrientes (%)						
MS	70,73 ^b	74,5 ^a	74,45 ^a	73,24	3,05	0,034
MO	73,70	76,77	76,63	75,70	2,58	0,060
FDN	36,56	44,82	43,30	41,56	1,82	0,083
PB	60,86	64,35	65,09	63,43	0,35	0,386

*MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; FDN: fibra em detergente neutro; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo. EPM: erro padrão da média. Médias diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

Houve tendência de menor EA para os animais alimentados com silagem vedada somente com LP e, possivelmente, isso pode ser explicado pelos menores coeficientes de digestibilidade aparente da MS ($P < 0,05$; Tabela 5), influenciando o aproveitamento dos nutrientes pelos animais. Em suma, isso seria resultado de maiores perdas de nutrientes na silagem com cobertura somente com a LP. Da mesma forma, os valores de rendimento de carcaça (Tabela 4) não foram influenciados pelo tipo de vedação nas silagens ($P > 0,05$), com valores médios de 49,27% para RCQ e de 48,63% para RCF.

As variáveis de consumo não foram influenciadas pelas dietas experimentais ($P > 0,05$). Todavia, os cordeiros alimentados com silagem vedada com LP + Bagaço apresentaram tendência a maior consumo de todos os nutrientes ($P > 0,05$; Tabela 5). O CMS é importante no desempenho de ruminantes em confinamento, uma vez que é considerado determinante do aporte de nutrientes necessários para o atendimento das exigências de manutenção e de ganho de peso dos animais⁽³³⁾. Segundo Mertens⁽³⁴⁾, 60 a 90% das diferenças no desempenho animal é função do consumo. No presente estudo, verificou-se que apesar de não haver diferença significativa, os cordeiros alimentados com silagem vedada com LP + Bagaço apresentaram valores absolutos de CMS, PCF, GP, GMD e EA maiores, corroborando com a afirmação dos autores.

Com relação aos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes, somente o coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) foi influenciado pelo tipo de vedação utilizado nas silagens. Quando foi utilizado somente LP, o CDMS foi menor ($P < 0,05$; Tabela 5), o que pode estar associado ao maior teor de FDA e ao

menor teor de CNF da silagem vedada com LP (Tabela 1). Embora o CDMS tenha sido superior para as silagens vedadas com LP associadas ao bagaço ou à Silostop® (Tabela 5), não foi suficiente para influenciar significativamente o desempenho dos animais (Tabela 4).

4. Conclusão

A silagem vedada exclusivamente com a lona preta de polietileno apresentou maior estabilidade aeróbia. As diferentes estratégias de vedação utilizadas nesse experimento não influenciaram o desempenho de cordeiros Dorper x Santa Inês em terminação. Dessa forma, a escolha da melhor estratégia de vedação deve ser em virtude dos custos de produção praticados no momento da realização da ensilagem.

Declaração de conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflitos de interesses.

Contribuições do autor

Investigação: K. C. Scheidt, T. G. Diaz, J. Machado e M. P. Osmari. *Gerenciamento do projeto:* J. L. P. Daniel e C. C. Jobim.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos ao primeiro autor.

Referências

- Liu Y, Wang G, Wu H, Meng Q, Khan MZ, Zhou Z. Effect of

- hybrid type on fermentation and nutritional parameters of whole plant corn silage. *Animals*. 2021;11(1587):1-9. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ani11061587>
2. Pereira OG, Obeid JÁ, Gomide JA, Queiroz AC. Produtividade de uma variedade de milho (*Zea mays L.*) e de três variedades de sorgo (*Shorghum bicolor (L.) Moench*) e o valor nutritivo de suas silagens. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. 1993; 22 (1):31-38.
 3. 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 of Dairy Science*. 2013; 96(8):5206- 5216. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-6649>
 4. 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. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3538>
 5. Lindgren S, Pettersson K, Jonsson A, Lingvall P, Kaspersson A. Silage inoculation. Selected strains, temperature, wilting and practical application [*Pediococcus acidilactici*, *Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus faecium*]. *Swedish Journal of Agricultural*. 1985; 15(1): 9-18.
 6. Borreani G, Tabacco E, Schmidt RJ, Holmes BJ, Muck RE. Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. *Journal of Dairy Science*. 2018; 101: 3952-3979. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13837>
 7. Pahlow G, Muck RE, Driehuis F, Oude Elferink SJWH, Spoelstra SF. Microbiology of ensiling. In: Buxton DR, Muck RE, Harrison JH. *Silage science and technology*. 1.ed. Madison: American Society of Agronomy. 2003; 31-94. Disponível em: <https://doi.org/10.2134/agronmonogr42.c2>
 8. Amaral RC, Santos MC, Daniel JLP, Sá Neto A, Bispo ÁW, Cabezas-Garcia EH, Bernardes TF, Nussio LG. The influence of covering methods on the nutritive value of corn silage for lactating dairy cows. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2014; 43(9): 471–478. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982014000900003>
 9. 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. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1151>
 10. Bernardes TF. Advances in Silage Sealing. In: *Advances in Silage Production and Utilization*. 2016; 1(cap. 3): 53-62. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5772/65445>
 11. Borreani G, Piano S, Tabacco E. Aerobic stability of maize silage stored under plastic films with different oxygen permeability. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2014; 94(13): 2684-2690. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/js-fa.6609>
 12. Borreani G, Tabacco E. Charter 9: Plastics in Animal Production. In: *A Guide to the Manufacture, Performance, and Potential of Plastics in Agriculture*. Elsevier. 2017; 145–185. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102170-5.00009-9>
 13. Cristo FB, Neumann M, Sidor FS, Seller MEC, Plodoviski DC, Carneiro EL, Cesar PVP, Savoldi LS, Costa L. Efeitos de diferentes filmes plásticos dupla face sobre características químico-fermentativas da silagem de milho. *Ciência Animal Brasileira*. 2021; 22(e-66770). Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-6891v22e-66770>
 14. National Research Council - NRC. *Nutrient Requirements Of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids*. Washington, DC: The National Academies Press. 2007; 384 p. Disponível em: <https://doi.org/10.17226/11654>
 15. Brasil - Ministério da Agricultura. R.I.I.S.P.O.A. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (Aprovado pelo decreto nº 30690, de 20.03.52, alterado pelo decreto nº 1255, de 25.06.52). Brasília. 1980; 66p.
 16. Huhtanen P, Kaustell K, Jaakkola S. The use of internal markers to predict total digestibility and duodenal flow of nutrients in cattle given six different diets. *Animal Feed Science and Technology*. 1994; 48: 211-227. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(94\)90173-2](https://doi.org/10.1016/0377-8401(94)90173-2)
 17. Casalli AO, Detmann E, Filho SCV, Pereira JC, Henriques LT, Freitas SG, Paulino MF. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2008; 37(2): 335-342. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000200021>
 18. Association Of Official Analytical Chemists – AOAC. *Official methods of analysis*. 15. ed. Arlington: AOAC International, 1990; 1117p.
 19. 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: 3583-3597. DOI: [10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
 20. Patterson T, Klopfenstein TJ, Milton T, Brink DR. Evaluation of the 1996 beef cattle NRC model predictions of intake and gain for calves fed low or medium energy density diets. *Nebraska Beef Cattle Reports*; 2000; 76: 26-29. Disponível em: <https://digitalcommons.unl.edu/animalscinbcr>
 21. Sniffen CJ, O'Connor JD, Van Soest PJ, Fox DG, Russel JB. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*. 1992; 70(11): 3562-3577. Disponível em: <https://doi.org/10.2527/1992.70113562x>
 22. Merchen NR. Digestión, absorción y excreción em los rumiantes. In: Church DC. *El rumiante. Fisiología digestiva y nutrición*. Zaragoza: Acríbia, 1988; Cap.9: 191–224.
 23. Pryce JD. A modification of Barker-Summerson method for the determination of lactic acid. *Analyst*. 1969; 94: 1151-1152. Disponível em: <https://doi.org/10.1039/AN9699401151>
 24. Chaney AL, Marbach EP. Modified reagents for determination of urea and ammonia. *Journal: Clinical Chemistry*. 1962; 8(2): 130-132. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/clinchem/8.2.130>
 25. Jobim CC, Nussio LG, Reis RA, Schmidt P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2007; 36 (Supl. Esp.): 101-119. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007001000013>
 26. *Statistical Analysis Software [SAS]. SAS/STAT User guide, Version 9.4*. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2013.
 27. McDonald P. *Biochemistry of silage*. Marlow: Chalcombe Publication, 1991: 340 p.
 28. Kung Junior L, Stokes MR, Lin CJ. Silage additives. In: Buxton DR, Muck RE, Harrison JH. *Silage Science and Technology*. 2003; 42 (Cap.7): 305-360.
 29. Weiberg ZG, Muck RE. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. *FEMS Microbiology Reviews*. 1996; 19(1): 53-68. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.1996.tb00253.x>

30. Hill J.; Leaver JD. Changes in chemical composition and nutritive value of urea treated whole crop wheat during exposure to air. *Animal Feed Science and Technology*. 2002; 102 (1-4):181-195. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(02\)00258-4](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(02)00258-4)
31. Woolford MK. The detrimental effects of air on silage. *Journal of Applied Bacteriology*. 1990; 68 (2): 101-116. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1990.tb02554.x>
32. Amaral RC, Bernardes TF, Siqueira GR, Reis RA. Estabilidade aeróbia de silagens do capim-marandu submetidas a diferentes intensidades de compactação na ensilagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2008; 37(6): 977-983. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000600004>
33. Sniffen CJ, Black JR. Nutrient requirement versus supply in dairy cow: Strategies to account for variability. *Journal of Dairy Science*. 1993; 76(10): 3160-3178. Disponível em: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77655-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77655-9)
34. Mertens DR. Chapter 11: Regulation of Forage Intake. In: Fahey Junior GC, Collins M, Mertens DR, Moser LE. *Forage Quality, Evaluation and Utilization*. Madison: American Society of Agronomy, 1994; 450-493. Disponível em: <https://doi.org/10.2134/1994.foragequality.c11>