

Farelo de Mamona como Aditivo na Ensilagem de Cana-de-Açúcar



OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

12 CONSUMO E
PRODUÇÃO
RESPONSÁVEIS



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Algodão
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Universidade Federal da Paraíba, UFPB

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
109**

**Farelo de Mamona como Aditivo na Ensilagem de
Cana-de-Açúcar**

*Manoel Francisco de Sousa
Guilherme Medeiros Leite
Edson Mauro Santos
Danillo Marte Pereira
Liv Soares Severino*

**Embrapa Algodão
Campina Grande, PB
2021**

Esta publicação está disponível no endereço:
<https://www.embrapa.br/algodao/publicacoes>

Embrapa Algodão
Rua Osvaldo Cruz, 1143, Centenário
CEP 58428-095, Campina Grande, PB
Fone: (83) 3182 4300
Fax: (83) 3182 4367
www.embrapa.br/algodao
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Universidade Federal da Paraíba,
Centro de Ciências Agrárias - CCA
PB-079, 12
CEP: 58397-000, Areia, PB
Fone: (83) 3362-1700

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Algodão

Presidente
João Henrique Zonta

Secretário-Executivo
Magna Maria Macedo Nunes Costa

Membros

Francisco José Correia Farias, Geraldo Fernandes de Sousa Filho, Luiz Paulo de Carvalho, Nair Helena Castro Arriel, Rita de Cássia Cunha Saboya

Supervisão editorial
Geraldo Fernandes de Sousa Filho

Revisão de texto
Ivanilda Cardoso da Silva

Normalização bibliográfica
Enyomara Lourenço Silva

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Geraldo Fernandes de Sousa Filho

Fotos da capa
Manoel Francisco de Sousa

1^a edição
Publicação digital - PDF (2021)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Algodão

Farelo de mamona como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar / Manoel Francisco de Sousa ... [et al.]. – Campina Grande : Embrapa Algodão, 2021.
PDF (19 p.) : il. color. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Algodão,
ISSN 0103-0841; 109).

1. Mamona. 2. Cana de açúcar. 3. Nutrição animal. 4. Ensilagem. I. Sousa, Manoel Francisco de. II. Severino, Liv Soares. III. Leite, Guilherme Medeiros. IV. Pereira, Danillo Marte. V. Santo, Edson Mauro. VI. Embrapa Algodão. VII. Série.

CDD 636.08

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução.....	7
Material e Métodos	8
Resultados e Discussão	10
Conclusões.....	17
Referências	17

Farelo de Mamona como Aditivo na Ensilagem de Cana-de-Açúcar

Manoel Francisco de Sousa¹

Guilherme Medeiros Leite²

Edson Mauro Santos³

Danillo Marte Pereira⁴

Liv Soares Severino⁵

Resumo – Este estudo teve como objetivo avaliar as características da silagem de cana-de-açúcar contendo farelo de mamona adicionado em doses de 0% a 20% na matéria seca. O farelo de mamona foi separado por peneiramento em duas frações para avaliar se as propriedades do aditivo se alteravam em função de sua granulometria. As avaliações foram feitas aos 30 dias e 100 dias após a ensilagem. Observou-se que a adição de farelo de mamona melhorou a recuperação de matéria seca da silagem de cana-de-açúcar e reduziu as perdas por gases e efluentes de forma proporcional à dose de farelo de mamona adicionado. A recuperação de matéria seca de 68% na silagem de cana-de-açúcar aumentou para 88% com a adição de 20% de farelo de mamona. O farelo de mamona reduziu a acidez, alterando o pH 3,3 da silagem de cana-de-açúcar pura para 3,8 na silagem com adição de 20% de farelo de mamona. O tempo para atingir a temperatura de 2 °C acima da temperatura ambiente (estabilidade aeróbia) aumentou de 25h na ausência do aditivo para 48h no tratamento que recebeu 20% de farelo de mamona. A inclusão de 10% a 20% de farelo de mamona reduziu as perdas de matéria seca, aumentou o tempo de estabilidade aeróbia e reduziu a temperatura máxima da silagem, demonstrando-se um efetivo aditivo para a ensilagem de cana-de-açúcar.

Termos para indexação: *Ricinus communis*, alimentação animal, coproducto, estabilidade aeróbia, oleaginosa.

¹ D.Sc. em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Algodão

² Doutorando do Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, UFPB

³ D.Sc. em Zootecnia, professor associado da Universidade Federal da Paraíba, UFPB

⁴ D.Sc. em Zootecnia, pela Universidade Federal da Paraíba, UFPB

⁵ D.Sc. em Agronomia, pesquisador da Embrapa Algodão

Castor Meal as Additive for Sugarcane Silage

Abstract –This study aimed to evaluate the characteristics of the sugarcane silage containing castor meal added in doses of 0% to 20% in dry matter. The castor meal was separated by sifting into two fractions to assess whether the properties of the additive changed due to its granulometry. The evaluations were made at 30 days and 100 days after silage. It was observed that the addition of castor bran improved the recovery of dry matter from the sugarcane silage and reduced the losses by gases and effluents proportionally to the dose of castor bran added. The dry matter recovery of 68% in sugar cane silage increased to 88% with the addition of 20% castor meal. The castor bean bran reduced the acidity, changing the pH 3.3 of the pure sugar cane silage to 3.8 in the silage with the addition of 20% castor bean bran. The time to reach a temperature of 2 °C above room temperature (aerobic stability) increased from 25h in the absence of the additive to 48h in the treatment that received 20% castor meal. The inclusion of 10% to 20% of castor bran reduced dry matter losses, increased the time of aerobic stability and reduced the maximum temperature of the silage, proving to be an effective additive for the sugarcane ensilage.

Index terms: *Ricinus communis*, aerobic stability, animal feed, coproduct, oilseed.

Introdução

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) é um cultivo de grande importância no Brasil. Devido ao seu baixo custo e alta produção (Mendonça et al., 2004), a cana-de-açúcar vem crescendo como opção para alimentação animal, compondo a dieta volumosa/energética. A produtividade da cana-de-açúcar se situa na faixa de 25 t/ha a 40 t/ha e sua alta concentração de energia se deve ao elevado teor de açúcar, que é de 250 g/kg a 300 g/kg (Ávila et al., 2014). A cana-de-açúcar é frequentemente conservada por meio da técnica de ensilagem e esse processo algumas vezes resulta em elevadas perdas de matéria seca, devido à fermentação alcoólica, promovida por leveduras epífitas da cana-de-açúcar. Além disso, ocorrem também consideráveis perdas por efluentes devido ao seu alto teor de umidade (Oliveira et al., 2015).

Dessa forma, os aditivos têm um importante papel no processo de silagem por permitir melhorar o processo fermentativo. Em se tratando de ensilagem de cana-de-açúcar, os principais fatores que precisam ser melhorados são: promover menores perdas de matéria seca, maior recuperação de carboidratos solúveis, inibindo a fermentação alcoólica e aumentando a produção de ácido lático e/ou melhorando a estabilidade aeróbia.

Embora a cana-de-açúcar apresente o teor de matéria seca na faixa recomendada de 30% a 35% (McDonald; Henderson; Heron, 1991), tem sido observado melhora na qualidade da fermentação de capins úmidos similares quando se adicionam aditivos com característica absorvente de umidade, pois o aumento da matéria seca inibe o desenvolvimento de microrganismos responsáveis pela deterioração da silagem e pelas perdas por efluentes (Silva et al., 2011).

O farelo de mamona é um coproducto resultante do processo industrial de extração do óleo das sementes de mamona e é produzido na proporção aproximada de 1,2 kg para cada kg de óleo de mamona. Resumidamente, o processo industrial de extração de óleo da semente de mamona consiste em fazer uma limpeza de impurezas (pedras, restos de plantas e outros contaminantes) por peneiramento e mesa gravimétrica, aquecimento da semente, extração de óleo em uma prensa extrusora, seguido de extração de óleo por solvente (hexano aquecido) e, por fim, a evaporação do solvente expondo o material a cerca de 110 °C.

Vislumbra-se que o farelo de mamona poderá ser um bom aditivo para a silagem de cana-de-açúcar, pois apresenta matéria seca com alta capacidade para absorver umidade e tem alto teor de proteína. Objetivou-se, com esta pesquisa, avaliar as características da silagem de cana-de-açúcar aditivada com o farelo de mamona em diferentes granulometrias adicionado em níveis de 5% a 20% na matéria seca. A publicação está alinhada com a agenda 2030 através do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) N° 12 – Produção e Consumo Sustentáveis.

Material e Métodos

Foi utilizada uma amostra de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) cultivada em Areia, PB (6°57'42"S, 35°41'43"W), localizada na mesorregião do Brejo Paraibano, com clima tropical quente e úmido. O plantio foi realizado com espaçamento entre fileiras de 1 m e sulcos de 0,2 m de profundidade e a colheita foi realizada aos 12 meses após o plantio.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema factorial 4 x 2 x 2 com quatro repetições, consistindo em 4 níveis de inclusão do farelo de mamona na matéria natural (0%, 5%, 10% e 20%), 2 granulometrias (fração fina: partículas < 0,5 mm, fração grossa: partículas > 0,5 mm) e 2 tempos de abertura dos silos (aos 30 dias e 100 dias) para caracterização da dinâmica fermentativa ao longo do tempo. Foram utilizados 64 silos experimentais, confeccionados em baldes de PVC (20 cm de diâmetro e 30 cm de altura) e vedados, também, com tampas de PVC e fita adesiva. Na parte superior de cada silo foi adaptada uma válvula tipo Bunsen para eliminação dos gases produzidos durante a fermentação. Para permitir a drenagem dos efluentes, foi adicionado 1 kg de areia no fundo dos silos, cobrindo-se com tecido TNT para separar a areia da silagem.

O farelo de mamona foi fornecido pela empresa Azevedo Óleos (Itupeva, SP), sendo coletado diretamente da saída do dessolventizador. O farelo foi inicialmente peneirado em malha de 13 mm (mesh 0,5) para separar eventuais torrões e contaminantes e depois peneirado em malha com orifícios de 0,5 mm (mesh 30), obtendo-se a fração fina (partículas < 0,5 mm) e a fração grossa, retida na peneira (partículas > 0,5 mm).

A cana-de-açúcar foi moída em ensiladeira estacionária e misturada com o farelo de mamona conforme cada tratamento. Em seguida, o material foi

armazenado nos silos experimentais e compactado até atingir a densidade de 500 kg m⁻³. O peso dos silos foi registrado antes da adição da silagem (silo vazio), logo após o fechamento (silo cheio), antes da abertura e após a retirada do material ensilado. Os cálculos de perdas e recuperação de matéria seca (RMS) foram feitos pelas seguintes fórmulas (Zanine et al., 2010):

$$\text{Perda por gases} = \frac{\text{Peso inicial do silo cheio} - \text{Peso final do silo cheio}}{\text{Peso seco da ensilagem}} \times 100$$

$$\text{Perda por efluentes} = \frac{\text{Peso final do silo vazio} - \text{Peso inicial do silo vazio}}{\text{Peso inicial da ensilagem}} \times 100$$

$$\text{Recuperação de matéria seca} = \frac{\text{Peso seco final da ensilagem}}{\text{Peso seco inicial da ensilagem}} \times 100$$

Após a abertura dos silos, o material da superfície foi descartado e o restante homogeneizado manualmente seguindo-se a amostragem de aproximadamente 2,5 kg para as análises de pH, populações microbianas, estabilidade aeróbia e cálculo das perdas no processo de ensilagem.

Para a análise do perfil microbiológico, foram pesados 10 g de silagem fresca, misturado a 90 mL de água autoclavada, agitado manualmente e diluído sequencialmente na proporção de 1:10 para obtenção de extratos com diluição variando de 10⁻² a 10⁻⁶. A seguir, foi realizado o plaqueamento de cada amostra experimental com duas repetições para cada tratamento. Os meios utilizados foram seletivos, em que o MRS ágar (De Man; Rogosa; Sharpe) é usado para contagem dos lactobacilos após 48h de incubação e o BDA (batata dextrose ágar) acidificado com 1% de ácido tartárico para contagem de leveduras após 72h, ambos incubados em BOD a 30 °C. As unidades formadoras de colônia (UFC) foram contadas em cada placa e as placas consideradas aptas para contagem foram aquelas que apresentaram entre 30 e 300 UFC (Kung Junior et al., 1996).

Para determinação da estabilidade aeróbia, foram coletadas amostras de 2 kg da silagem no momento da abertura do silo feita aos 100 dias após a ensilagem. O material foi exposto ao ar para permitir a fermentação aeróbia com

dois termômetros acoplados no centro da amostra, onde a temperatura era registrada a cada 30 minutos. A temperatura ambiente foi registrada próxima às amostras, controlando-se a temperatura ambiente para próximo a 25 °C. A estabilidade aeróbia consiste no tempo despendido até que a silagem se aqueça 2 °C acima da temperatura ambiente (Taylor; Kung Junior, 2002).

O pH foi medido com um pHmetro em uma amostra de 25 g do material antes da ensilagem e de amostras retiradas após a abertura de cada silo, misturadas com 100 mL de água e deixadas em repouso por 1h, conforme metodologia descrita por Bolsen et al. (1992).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão no programa SigmaPlot. Considerou-se o nível de significância de 5% pelo teste t. São apresentados os resultados da equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e a significância do coeficiente linear.

Resultados e Discussão

A inclusão do farelo de mamona melhorou o processo de conservação e armazenamento da silagem de cana-de-açúcar. Na silagem de cana-de-açúcar sem aditivos, recuperou-se apenas 68% da matéria seca, na média das duas granulometrias e dois períodos de ensilagem. A RMS foi melhorada, proporcionalmente, à adição de farelo de mamona, de forma que com adição de 20% de farelo de mamona a RMS foi de 85% com o uso da fração fina e 91% com a fração grossa (Tabela 1).

A adição de farelo de mamona também influenciou o pH da silagem (Tabela 2). Após a ensilagem, observou-se que o pH foi influenciado pelo nível de adição de farelo de mamona em ambos os períodos de abertura da silagem e nas duas granulometrias do farelo (Tabela 2). Na ensilagem utilizada somente com cana-de-açúcar e aberta aos 100 dias, o pH final foi de 3,4, enquanto no tratamento que teve adição de 20% de farelo de mamona o pH final foi de 3,9. O mesmo padrão foi observado em todas as frações e períodos de abertura dos silos. Comparando-se com o pH da mistura, antes do processo de ensilagem, observou-se acidificação em todos os tratamentos, o que é típico do processo de fermentação da ensilagem. Não houve diferença na acidez entre as duas granulometrias do farelo de mamona.

Tabela 1. Recuperação de matéria seca, perda por gases e perda por efluentes de silagem de cana-de-açúcar com adição de farelo de mamona em diferentes granulometrias.

Nível de inclusão de farelo de mamona	Granulometria fina (< 0,5 mm)		Granulometria grossa (> 0,5 mm)	
	30 dias	100 dias	30 dias	100 dias
----- Recuperação de matéria seca (%) -----				
0%	68,5	69,6	66,8	66,9
5%	80,8	72,9	70,7	66,3
10%	84,0	79,1	81,4	77,5
20%	84,5	85,9	93,4	89,1
Análise de regressão	$y = 0,70x + 73,3$ $r^2 = 0,48$ $p < 0,003$	$y = 0,76x + 69,25$ $r^2 = 0,76$ $p < 0,001$	$y = 0,84x + 69,53$ $r^2 = 0,76$ $p < 0,001$	$y = 1,21x + 64,3$ $r^2 = 0,86$ $p < 0,001$
----- Perda de gases (%) -----				
0%	13,6	16,4	12,9	16,4
5%	10,3	14,0	11,5	13,8
10%	7,9	10,7	9,6	12,4
20%	3,8	6,1	4,1	6,3
Análise de regressão	$y = -0,48x + 13,1$ $r^2 = 0,97$ $p < 0,001$	$y = -0,45x + 13,5$ $r^2 = 0,91$ $p < 0,001$	$y = -0,53x + 16,4$ $r^2 = 0,95$ $p < 0,001$	$y = -0,50x + 16,6$ $r^2 = 0,96$ $p < 0,001$
----- Perda de efluentes (%) -----				
0%	48,5	56,6	54,5	52,5
5%	39,6	37,7	36,8	34,2
10%	27,6	29,3	24,0	28,7
20%	9,2	9,2	10,7	10,4
Análise de regressão	$y = -1,99x + 48,6$ $r^2 = 0,96$ $p < 0,001$	$y = -2,13x + 50,1$ $r^2 = 0,82$ $p < 0,001$	$y = -2,27x + 53,1$ $r^2 = 0,96$ $p < 0,001$	$y = -1,99x + 48,9$ $r^2 = 0,93$ $p < 0,001$

Tabela 2. pH inicial, aos 30 dias e aos 100 dias da silagem de cana-de-açúcar com adição de farelo de mamona em diferentes granulometrias.

Nível de inclusão de farelo de mamona	Granulometria fina (< 0,5 mm)	Granulometria grossa (> 0,5 mm)	
	----- pH inicial -----		
0%	5,2	5,2	
5%	5,5	5,6	
10%	5,4	5,5	
20%	5,6	5,6	
Análise de regressão	$y = 0,017x + 5,28$ $r^2 = 0,47$ $p = 0,060$	$y = 0,017x + 5,30$ $r^2 = 0,36$ $p = 0,118$	
	30 dias	100 dias	
	----- pH na abertura do silo -----		
0%	3,2	3,4	
5%	3,5	3,7	
10%	3,6	3,7	
20%	3,7	3,9	
Análise de regressão	$y = 0,024 + 3,26$ $r^2 = 0,77$ $p < 0,001$	$y = 0,026x + 3,20$ $r^2 = 0,96$ $p < 0,001$	$y = 0,022x + 3,49$ $r^2 = 0,81$ $p < 0,001$
	$y = 0,023x + 3,44$ $r^2 = 0,83$ $p < 0,001$		

Não foi observado efeito ($p > 0,05$) para as populações de bactérias do ácido lático. Porém, ao final do período de fermentação, as populações diminuíram, o que é esperado para períodos de fermentação mais longos (Tabela 3).

Com relação à população de leveduras, observou-se redução linear na contagem aos 30 dias de abertura da silagem com adição de farelo de mamona fino, porém não houve ajuste do modelo linear para o 100º dia de abertura do período de fermentação para o tratamento com granulometria grossa. Esses resultados sugerem que houve uma ação maior do controle da população de leveduras da silagem com granulometria fina, o que pode estar associado a um maior poder de tamponamento em função da maior disponi-

Tabela 3. Contagem microbiana para bactérias do ácido lático e leveduras em silagens de cana-de-açúcar com adição de farelo de mamona em diferentes granulometrias.

Nível de inclusão de farelo de mamona	Granulometria fina (< 0,5 mm)			Granulometria grossa (> 0,5 mm)		
	Inicial	30 dias	100 dias	Inicial	30 dias	100 dias
Bactérias do ácido lático						
0%	5,5	6,5	4,6	5,9	4,8	5,1
5%	5,8	7,2	6,0	4,5	5,7	3,4
10%	5,3	6,1	5,2	5,9	6,0	5,2
20%	5,9	6,0	4,9	5,1	6,3	4,0
Análise de regressão	$y = 0,016x + 5,49$ $r^2 = 0,35$ $p = 0,407$	$y = -0,039x + 6,81$ $r^2 = 0,16$ $p = 0,326$	$y = -0,0038x + 5,22$ $r^2 = 0,01$ $p = 0,941$	$y = -0,0017x + 5,49$ $r^2 = 0,04$ $p = 0,794$	$y = 0,070x + 5,10$ $r^2 = 0,19$ $p = 0,287$	$y = -0,028x + 4,66$ $r^2 = 0,02$ $p = 0,762$
Leveduras						
0%	4,5	6,7	4,5	5,4	6,0	5,3
5%	4,9	6,7	5,7	5,1	4,4	4,5
10%	5,4	5,5	4,8	4,9	5,9	5,0
20%	5,0	5,6	4,8	4,8	6,5	4,6
Análise de regressão	$y = 0,025x + 4,73$ $r^2 = 0,33$ $p = 0,428$	$y = -0,062x + 6,67$ $r^2 = 0,48$ $p = 0,056$	$y = -0,0021x + 4,97$ $r^2 = 0,008$ $p = 0,948$	$y = -0,029x + 5,30$ $r^2 = 0,92$ $p = 0,043$	$y = 0,054x + 5,21$ $r^2 = 0,19$ $p = 0,280$	$y = -0,020x + 4,99$ $r^2 = 0,18$ $p = 0,346$

bilidade de substâncias de natureza protéica. Porém, o mesmo raciocínio se aplica às bactérias do ácido láctico. As duas observações feitas aos 30 dias e 100 dias da abertura das silagens não expressam adequadamente o pico de crescimento das populações desse grupo microbiano (Tabela 3).

Os efeitos positivos do farelo de mamona sobre a estabilidade aeróbia das silagens (Tabela 4) são fortes indicativos de que as leveduras utilizadoras de ácido láctico foram inibidas pelo tamponamento, e que por esta razão os tratamentos com farelo de mamona permaneceram mais tempo estáveis após a abertura dos silos, considerando que a deterioração da massa ensilada se inicia pelo consumo de ácido láctico por essas leveduras, o que causa aumento do pH das silagens e desencadeia a proliferação de bactérias aeróbias e por fim, o reaparecimento de mofos, culminando com a deterioração aeróbia das silagens.

A estabilidade aeróbia das silagens foi influenciada positivamente pela adição de farelo de mamona (Tabela 4). O aumento no nível de adição do farelo de mamona propiciou que a silagem demorasse mais tempo para atingir a temperatura de 2 °C acima da temperatura ambiente (Figura 1). Na silagem confeccionada somente com cana-de-açúcar o aumento de temperatura acima do limite de 2 °C foi atingido em média 25,1h e esse tempo aumentou proporcionalmente ao nível de adição de farelo de mamona até atingir os valores máximos com adição de 20% farelo de mamona, cujos tempos foram de 47,8h na silagem com farelo fino e 48,5h na silagem com farelo grosso.

Tabela 4. Estabilidade aeróbia da silagem de cana-de-açúcar com adição de farelo de mamona em diferentes granulometrias, aos 100 dias após a ensilagem.

Nível de inclusão de farelo de mamona	Estabilidade aeróbia (horas)	
	Granulometria fina (< 0,5 mm)	Granulometria grossa (> 0,5 mm)
0%	27,1	23,1
5%	33,4	35,0
10%	41,3	39,8
20%	47,8	48,5
Análise de regressão	$y = 1,03x + 28,3$ $r^2 = 0,90$ $p < 0,001$	$y = 1,20x + 26,13$ $r^2 = 0,90$ $p < 0,001$

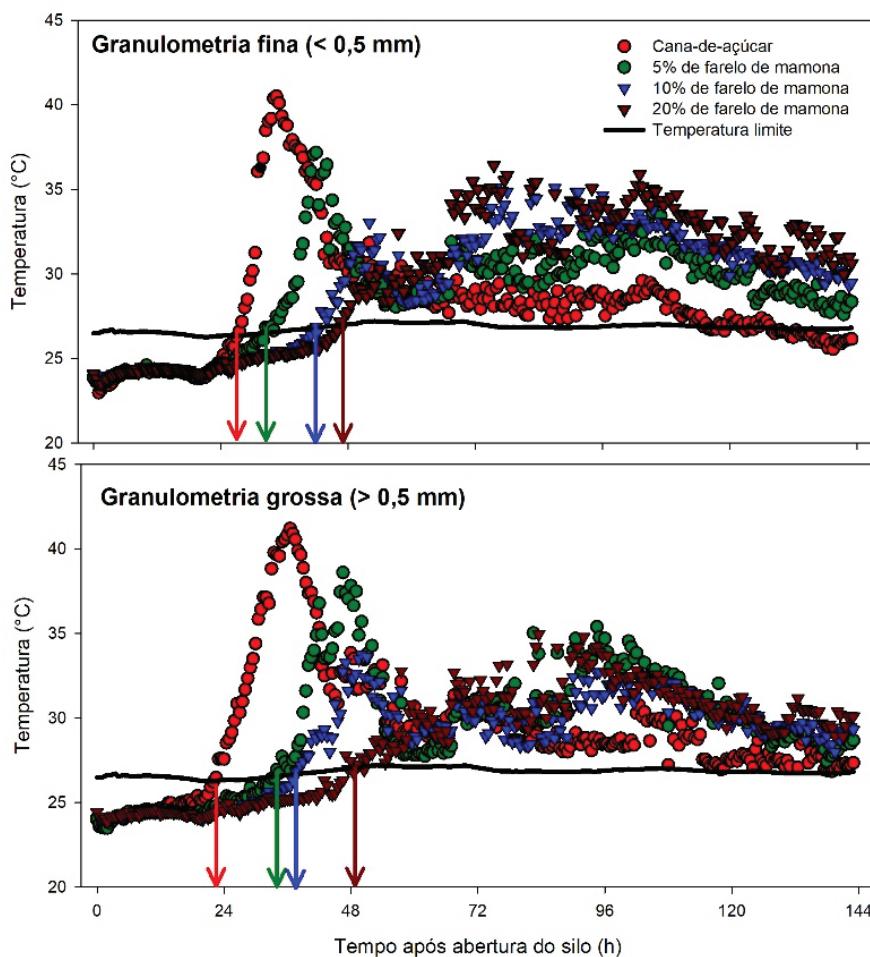


Figura 1. Estabilidade aeróbia das silagens de cana-de-açúcar com adição de farelo de mamona nas doses de 0%, 5%, 10% e 20% e em duas granulometrias (fração fina: < 0,5 mm e fração grossa: > 0,5 mm), em silos abertos aos 100 dias.

A adição de farelo de mamona melhorou a estabilidade aeróbia das silagens, que é importante para retardar a fermentação aeróbia, o que foi comprovado pelo maior tempo para que o material atingisse a temperatura-limite. Esse resultado corrobora com a provável explicação de que as leveduras remanescentes na massa ensilada estavam predominantemente na forma esporulada e grande parte não era de leveduras utilizadoras de ácido lático.

Observou-se também que a silagem de cana-de-açúcar sem aditivo atingiu um pico de temperatura mais alto e que se reduziu rapidamente, comparado com as silagens aditivadas com farelo de mamona cujo pico de temperatura foi mais baixo e se reduziu mais lentamente. O pico de temperatura foi de 40,9 °C, atingido em 36h após a abertura dos silos (média dos dois tratamentos). É muito importante ressaltar que não somente a redução da estabilidade aeróbia causa prejuízos para a o aproveitamento da silagem, mas também os valores de temperaturas. A partir dos resultados observados na Figura 1, o controle da temperatura máxima foi mais efetivo a partir da inclusão de 10% de farelo de mamona.

É consensual na literatura que silagens com elevadas temperaturas tem o seu consumo inibido pelo animal, fato que pode ocasionar enormes prejuízos para o confinamento de animais (Jouany, 2001). Portanto, a prevenção da deterioração aeróbia em silagens é um importante passo para evitar problemas sanitários para o rebanho. O uso de farelo de mamona na alimentação de ruminantes ainda é restrito devido à presença da ricina, que é uma proteína tóxica típica da semente de mamona (Severino et al., 2012). No presente estudo não foi analisada a toxicidade da silagem obtida com adição de farelo de mamona, porém, a destoxificação deste produto e análise da segurança de seu uso em alimentação animal será avaliada em outros estudos, que se seguirão a este.

Há relatos de que a fermentação que ocorre no processo de silagem é capaz de inativar várias substâncias tóxicas e antinutricionais, tais como: o aminoácido L-dopa (L-3,4-dihydroxyphenylalanine) presente na planta *Mucunapruiriens* (Huisden et al., 2014), o alcaloide Ergot que é uma micotoxina produzida por fungos que infectam a forragem azevém (*Lolium arundinaceum*) (Roberts et al., 2014), o ácido cianídrico (HCN) produzido na maniçoba (Silva et al. 2019) e o alcaloide swainsonina que é produzido por diversas plantas (Tao et al., 2020).

A inativação da ricina presente no farelo de mamona pode ser obtida por diversos métodos químicos e físicos, atingindo níveis de segurança até para animais monogástricos que são mais sensíveis (Silva et al., 2018). A continuação deste estudo incluirá a avaliação bromatológica destas silagens e da cana-de-açúcar *in natura*, a análise da toxicidade causada pela ricina, análise da segurança de seu uso como alimento animal em ruminantes e a influência da granulometria do material sobre a composição nutricional da silagem, e um ensaio para avaliar o desempenho de ovinos confinados.

Conclusões

A inclusão de 10% e 20% de farelo de mamona reduziram as perdas de matéria seca, aumentaram o tempo de estabilidade aeróbia e reduziram a temperatura máxima da silagem, demonstrando-se um efetivo aditivo para a ensilagem de cana-de-açúcar.

Referências

- ÁVILA, C. L. S.; CARVALHO, B. F.; PINTO, J. C.; DUARTE, W. F.; SCHAWAN, R. F. The use of Lactobacillus species as starter cultures for enhancing the quality of sugar cane silage. *Journal of Dairy Science*, v. 97, n. 2, p. 940-951, 2014. DOI: 10.3168/jds.2013-6987.
- BOLSEN, K. K.; LIN, C.; BRENT, B. E.; FEYERHERM, A. M.; URBAN, J. E.; AIMUTIS, W. R. Effect os silage additives on the microbial succession and fermentation process of alafalfa and corn silages. *Journal of Dairy Science*, v. 75, n. 11, p. 3066-83, 1992.
- HUISDEN, C. M.; SZABO, N. J.; OGUNADE, I. M.; ADESOGAN, A. T. Mucuna pruriens detoxification: Effects of ensiling duration and particle size. *Animal Feed Science and Technology*, v. 198, p. 20-27, 2014. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2014.08.011.
- JOUANY, J. P. The impact of mycotoxins on performance and health of dairy cattle. In: ANNUAL SYMPOSIUM OF ALLTECH, 17., 2001, Nottingham. *Proceedings...* Nottingham: Nottingham University Press; TP Lyons and KA Jacques, 2001. p. 191-222.
- KUNG JUNIOR, L. **Preparation of silage water extracts for chemical analyses**: Standard operating procedure – 001 6.03.96. Ed. Delaware: University of Delaware, 1996. 309 p.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. (ed.). **The biochemistry of silage**. 2nd ed. Marlow Bottom: Chalcombe Publications, 1991.
- MENDONÇA, S. de S.; CAMPOS, J. M. de S.; VALADARES FILHO, S. de C.; VALADARES, R. F. D.; SOARES, C. A.; LANA, R. de P.; QUEIROZ, A. C. de; ASSIS, A. J. de; PEREIRA, M. L. A. Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite e variáveis ruminais em vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, n. 2, p. 481-492, 2004.
- OLIVEIRA, A. C.; GARCIA, R.; PIRES, A. J. V.; OLIVEIRA, H. C.; ALMEIDA, V. V. S.; SILVA, R. R.; NASCIMENTO FILHO, C. S.; ABREU FILHO, G. Chemical composition and fermentation

characteristics of sugar cane silage enriched with detoxified castor bean meal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 1, p. 181-188, 2015.

ROBERTS, C. A.; DAVIS, D. K.; LOOPER, M. L.; KALLENBACH, R. L.; ROTTINGHAUS, G. E.; HILL, N. S. Ergot alkaloid concentrations in high-and low-moisture tall fescue silage. **Crop Science**, v. 54, n. 4, p. 1887-1892, 2014. DOI: 10.2135/cropsci2013.05.0318.

SEVERINO, L. S.; AULD, D. L.; BALDANZI, M.; CÂNDIDO, M. J. D.; CHEN, G.; CROSBY, W.; TAN, D.; HE, X.; LAKSHMAMMA, P.; LAVANYA, C.; MACHADO, O. L. T.; MIELKE, T.; MILANI, M.; MILLER, T. D.; MORRIS, J. B.; MORSE, S. A.; NAVAS, A. A.; SOARES, D. J.; SOFIATTI, V.; WANG, M. L.; ZANOTTO, M. D.; ZIELER, H. A review on the challenges for increased production of castor. **Agronomy Journal** 104, n. 4, p. 853-880, 2012. DOI: 10.2134/agronj2011.0210.

SILVA, T. C.; DANTAS, P. A. S.; DÓREA, J. R. R.; SANTOS, E. M.; ZANINE, A. M.; PEREIRA, O. G. Populações microbianas, perfil fermentativo e composição de silagens de capim-elefante com jaca. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 60, p. 247-255, 2011.

SILVA, T. G. P.; GUIM, A.; COSTA, C. R. L.; GUIM, A.; COSTA, C. R. de L.; MEMDES, C. H. da S.; LOPES, L. A.; CAVALCANTE, E. O.; NASCIMENTO, J. C. dos S.; VIANA, B. L. Concentração de ácido cianídrico na maniçoba in natura e conservada. **Revista Agrária Acadêmica**, v. 2, n. 4, p. 119-124, 2019. DOI: 10.32406/v2n42019/119-124/agrariacad.

SILVA, T. R. G.; PASCOAL, L. A. F.; COSTA, F. G. P.; MARTINS, T. D. D.; SILVA JUNIOR, J. B.; SILVA NETO, M. R.; WATANABE, P. H. Avaliação de diferentes processos de destoxificação sobre o valor nutricional e energético da torta de mamona para suínos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 2, p. 563-569, 2018. DOI: 10.1590/1678-4162-9541.

TAO, Y.; NIU, D.; LI, F.; ZUO, S.; SUN, Q.; XU, C. Effects of ensiling *Oxytropisglabra* with whole-plant corn at different proportions on fermentation quality, alkaloid swainsonine content, and lactic acid bacteria populations. **Animals**, v. 10, n. 10, p. 1-13, 2020. DOI: 10.3390/ani10101733.

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

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.; DÓREA, J. R. R.; DANTAS, P. A. de S.; SILVA, T. C. da; PEREIRA, O. G. Evaluation of elephant grass silage with the addition of cassava scrapings. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 12, p. 2611-2616, 2010.

Embrapa
Algodão

Apoio

