

Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 17 (5)

Sept/Oct 2024

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/17520241970>

Article link: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1970>



Silagem de bagaço de maçã com diferentes períodos de pré-secagem na ensilagem

Apple pomace silage with different pre-drying periods in ensilage

Corresponding author

Andressa Fernanda Campos

Instituto Federal Catarinense, Campus Araquari
andressa.campos@ifc.edu.br

Bruno José Dani Rinaldi

Instituto Federal Catarinense, Campus Videira

Isabela Fonseca

Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, Campus Rio Pomba

Resumo. O trabalho teve como objetivo avaliar as silagens produzidas com bagaço de maçã com diferentes períodos de pré-secagem para ensilagem. Os tratamentos foram as diferentes concentrações de matéria seca (MS) após diferentes períodos de pré-secagem, sendo: PS0: bagaço de maçã sem pré-secagem; PS24: bagaço de maçã com pré-secagem de 24 horas; PS48: bagaço de maçã com pré-secagem de 48 horas e PS72: bagaço de maçã com pré-secagem de 72 horas. O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições, totalizando 20 silos experimentais. A densidade da massa ensilada (kg m^{-3}) foi alterada com os tratamentos ($P < 0,01$), com diminuição de forma quadrática com o aumento do período de pré-secagem (PS48 e PS72), devido ao maior teor de MS, conseqüentemente. As perdas de MS, tanto na forma de gás, em % MS quanto de efluente, em kg t^{-1} de massa verde (MV), foram alteradas de forma quadrática, conforme os tratamentos ($P = 0,013$ e $P = 0,021$, respectivamente), com pontos de mínimos para as silagens com maiores períodos de pré-secagem. Na composição bromatológica, houveram efeito dos períodos de pré-secagem antes da ensilagem nas concentrações de MS ($P < 0,01$), proteína bruta (PB) ($P = 0,023$), fibra em detergente neutro (FDN) ($P = 0,021$) e Lignina (LIG) ($P = 0,042$). Já os valores de matéria orgânica (MO) ($P = 0,159$), matéria mineral (MM) ($P = 0,101$) e fibra em detergente ácido (FDA) ($P = 0,194$) não houveram efeitos significativas para os tratamentos. A dinâmica populacional de micro-organismos diferiu no momento da abertura, com diferenças para bactérias lácticas, em UFC g^{-1} de silagem, ($P = 0,024$) e leveduras, em UFC g^{-1} de silagem, ($P = 0,027$), ambos ajustando ao modelo quadrático. Houve efeito de tratamento para o pH da silagem ($P < 0,01$), diminuindo com maiores períodos de pré-secagem. Com isso, conclui-se que os períodos de pré-secagem antes da ensilagem para o bagaço de maçã alteram os valores de MS das silagens, influenciando nos parâmetros fermentativos e principalmente, nas perdas de matéria seca, sendo recomendado 48h de pré-secagem ou valor de 35% de MS para o bagaço de maçã antes da ensilagem.

Palavras-chaves: bactérias lácticas, leveduras, efluentes, perdas de MS, resíduos de agroindústria

Abstract. The aim of the work was to evaluate silages produced with apple pomace with different pre-drying periods for ensiling. The treatments were different concentrations of dry matter (DM) after different periods of pre-drying, as follows: PS0: apple pomace without pre-drying; PS24: apple pomace pre-dried for 24 hours; PS48: apple pomace pre-dried for 48 hours and PS72: apple pomace pre-dried for 72 hours. The statistical design used was completely randomized, with four treatments and five replications, totaling 20 experimental silos. The density of the ensiled mass (kg m^{-3}) changed with the treatments ($P < 0.01$), with a quadratic decrease with the increase in the pre-drying period (PS48 and PS72), due to the higher DM content, consequently. DM losses, both in the form of gas, in % DM, and effluent, in kg t^{-1} of green mass (GM), were changed quadratically, according to the treatments ($P = 0.013$ and $P = 0.021$, respectively), with minimum points for silages with longer pre-drying periods. In the bromatological composition, there was an effect of pre-drying periods before ensiling on the concentrations of DM ($P < 0.01$), crude protein (CP) ($P = 0.023$), neutral detergent fiber (NDF) ($P = 0.021$) and Lignin (LIG) ($P = 0.042$). The values of organic matter (OM) ($P = 0.159$), mineral matter (MM) ($P = 0.101$) and acid detergent fiber (ADF) ($P = 0.194$) showed no significant effects for the treatments. The population dynamics of microorganisms differed at the time of opening, with differences for lactic acid bacteria, in UFC g^{-1} of silage, ($P = 0.024$) and yeasts, in UFC g^{-1} of silage, ($P = 0.027$), both fitting to the quadratic model. There was a treatment effect

on silage pH ($P < 0.01$), decreasing with longer pre-drying periods. Therefore, it is concluded that the pre-drying periods before ensiling for apple pomace alter the DM values of the silages, influencing the fermentative parameters and mainly, the losses of dry matter, with 48 hours of pre-drying being recommended or a value 35% DM for apple pomace before ensiling.

Keywords: agroindustry residues, DM losses, effluents, lactic acid bacteria, yeasts

Introdução

Entre as frutas mais consumidas mundialmente, a maçã é aquela que mais se destaca.

No Brasil, em 2023, Santa Catarina é o maior produtor de maçã do país, com média de 591.427 toneladas anuais (Epagri/Cepa, 2023). Grande parte dessas frutas é utilizada na produção de suco, gerando um resíduo conhecido como bagaço da maçã, que equivale a 25% do peso da fruta.

Uma das alternativas para utilização do bagaço de maçã é a alimentação de ruminantes, porém o seu alto teor de umidade faz com que o produto não se mantenha adequado por longos períodos nas propriedades. Dessa forma, os métodos de conservação para esse resíduo podem ser empregados, principalmente na forma de silagem.

As silagens elaboradas com resíduos da agroindústria de frutas possuem grande potencial de uso, pois detêm valores nutricionais semelhantes aos grãos, como, por exemplo, a polpa úmida de laranja (Grizotto et al., 2020), resíduo de suco de caju (Ferreira et al. 2004) e subproduto de abacaxi (Ferreira et al. 2009). Essa tecnologia também auxilia no correto destino dos resíduos sólidos, preconizados pela Lei Federal Brasileira no 12.305, de 23 de dezembro de 2013, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASIL, 2012).

O bagaço de maçã, resultado da prensagem da fruta, é composto por cascas e polpas (94,5%), as sementes (4,4%) e os centros (1,1%) (Kennedy et al. 1999). Possui características positivas para a nutrição animal, porém seu principal entrave encontra-se baixa concentração de matéria seca (MS), com valores entre 15 e 20% (Brand, 2014).

O teor de MS é considerado um dos mais importantes fatores que contribuem para a obtenção de uma boa silagem.

Existe uma faixa de percentagem de MS ideal para o processo de produção e conservação da silagem, que está em torno de 30 a 35% (McDonald et al., 1991). Teor de MS inferior a 25% propicia ambiente favorável à proliferação e ao desenvolvimento de bactérias indesejáveis ao processo de conservação, além de perdas de compostos nutritivos por meio da produção de efluentes. Já o teor de MS acima de 40% também não é desejável, pois diminui a densidade de compactação, o que influenciaria diretamente na quantidade de oxigênio residual na massa ensilada e a possível condição de crescimento inicial de

microrganismos que não promovem a fermentação láctica (Pahlow et al., 2003).

Com isso, o trabalho teve como objetivo avaliar silagens de bagaço de maçã com diferentes períodos de pré-secagem para propiciar diferentes valores de MS inicial sobre a composição química, perdas de MS por formação de gás e efluentes, além das populações de bactérias lácticas, leveduras e pH.

Material e Métodos

Local do experimento

O experimento foi realizado nas dependências do Instituto Federal Catarinense – Campus Videira. O bagaço de maçã foi obtido da empresa Fischer S/A – Agroindústria, situada no município de Fraiburgo – SC, a 26 km do IFC – Videira.

Tratamentos experimentais

Os tratamentos foram as diferentes concentrações de MS após diferentes períodos de pré-secagem, sendo: PS0: bagaço de maçã sem pré-secagem; PS24: bagaço de maçã com pré-secagem de 24 horas; PS48: bagaço de maçã com pré-secagem de 48 horas e PS72: bagaço de maçã com pré-secagem de 72 horas, distribuídos em um delineamento estatístico inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (PS0, PS24, PS48, PS72) e cinco repetições, totalizando 20 silos experimentais.

Para a secagem do bagaço de maçã, este foi distribuído sobre uma lona, em uma camada de aproximadamente 5 cm, mantido em local coberto durante todo o período, pelo tempo pré-determinado nos tratamentos.

Processo de ensilagem

Como silos experimentais, foram utilizados canos de PVC, com 150 mm de diâmetro e 50 cm de comprimento.

Na parte inferior de silo, foi colocado 1 kg de areia seca, separada da forragem por tela e tecido de náilon, para quantificação do efluente produzido (Siqueira et al., 2007).

A compactação foi realizada com o auxílio de bastões de ferro e, após o enchimento, os silos foram vedados com tampa plástica e fita adesiva, pesados e armazenados à temperatura ambiente por 65 dias.

Antes da ensilagem, o bagaço de maçã foi amostrado três vezes em cada tratamento. A primeira amostragem foi pesada e levada para estufa de ventilação forçada a 55°C durante 72 horas para secagem. Essa amostra foi processada em moinho de faca tipo “Willey” com peneira de malha de 1 mm para realização das análises químicas, que foram matéria seca (MS -Método

INCT-CA G-003/1), matéria mineral (MM - Método INCT-CA M-001/1), proteína bruta (PB - Método INCT-CA N-001/1), conforme Detmann et al. (2012).

O teor de fibra em detergente neutro (FDN) foi obtido segundo metodologia de Mertens (2002) e, sequencialmente, obteve-se a fibra em detergente ácido (FDA), segundo as técnicas descritas por Robertson & Van Soest (1981).

A determinação da lignina foi realizada pelo método do ácido sulfúrico 72% (p/p) - Método INCT-CA F-005/1 (Detmann et al., 2012), com a solubilização da celulose por hidrólise com ácido sulfúrico após tratamento prévio da amostra com detergente.

A segunda amostra foi utilizada para a obtenção do extrato aquoso, segundo a metodologia descrita por Kung Jr. et al. (1984), onde foi determinado o pH, em potenciômetro digital (modelo

23DM, Digimed Instrumentação Analítica, São Paulo, SP, Brasil).

A terceira amostra foi colhida para as avaliações microbiológicas. Foram pesados 25 g de silagem (matéria natural) e adicionado a 225 mL de solução peptonada 0,1%. Após agitação, retirou-se 1 mL da diluição para as posteriores diluições de 10^{-2} a 10^{-7} e, a partir dessas diluições, foram realizadas as semeaduras de 1 mL em placas de Petri estéreis e descartáveis contendo o meio ágar batata dextrose, acidificado com ácido láctico, e incubadas em aerobiose a 28°C por 72 horas para contagem das colônias de leveduras (Jobim et al., 1999). Para a contagem de bactérias ácido-láticas (BAL) foi utilizado o meio de cultura Lactobacillus MRS Agar, sendo as placas incubadas a 35°C por 72 horas. Foram consideradas passíveis de contagem as placas com valores entre 30 e 300 unidades formadoras de colônias (UFC) (Tabela 1).

Tabela 1. Composição química, características microbiológicas e pH do bagaço de maçã antes da ensilagem.

Item	Período de pré-secagem (h) ¹			
	PS0	PS24	PS48	PS72
<i>Composição química</i>				
Matéria seca (g kg ⁻¹)	201	286	352	350
Matéria orgânica (g kg ⁻¹ MS)	888	894	896	896
Matéria mineral (g kg ⁻¹ MS)	112	106	104	104
Proteína bruta (g kg ⁻¹ MS)	74,5	76,8	75,6	80,3
Fibra em detergente neutro (g kg ⁻¹ MS)	580	614	617	628
Fibra em detergente ácido (g kg ⁻¹ MS)	367	392	378	393
Celulose (g kg ⁻¹ MS)	222	245	226	220
Lignina (g kg ⁻¹ MS)	145	147	152	173
<i>pH e características microbiológicas</i>				
pH	4,35	3,96	3,87	3,74
Bactérias ácido lácticas (UFC g ⁻¹ de bagaço de maçã)	6,06	6,00	6,12	6,11
Leveduras (UFC g ⁻¹ de bagaço de maçã)	4,20	4,46	5,30	5,64

PS0: bagaço de maçã sem pré-secagem; PS24: bagaço de maçã com pré-secagem de 24 horas; PS48: bagaço de maçã com pré-secagem de 48 horas e PS72: bagaço de maçã com pré-secagem de 72 horas.

Após o período transcorrido, os silos foram pesados novamente para a quantificação de perdas por formação de gás (PG), em % MS. Depois da retirada da silagem, os conjuntos silo, areia e tecido de náilon foram pesados para quantificação da produção de efluente (PE), conforme descrito por Siqueira et al. (2007).

Após a abertura dos silos, também foram retiradas três amostras de cada silagem, que foram preparadas conforme as metodologias descritas para análises químicas, microbiológicas e pH.

Análises estatísticas

Os dados foram analisados em delineamento inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 5 repetições, segundo o modelo $Y_{ij} = \mu + P_i + e_{ij}$. Em que μ = média geral; P_i = efeito de

tratamento ($i = PS0, PS24, PS48, PS72$); e_{ij} = erro experimental, sendo as diferenças entre estes valores determinadas utilizando o teste Fisher-F.

Todos os resultados foram submetidos à análise de variância usando o procedimento MIXED do programa estatístico do SAS 9.0 e, se significativo, foram avaliados por meio de contrastes ortogonais para determinação do tipo de comportamento (linear e/ou quadrático). As médias foram comparadas entre si para avaliação do efeito significativo entre os tratamentos, utilizando esse mesmo programa estatístico.

Resultados e discussão

Os períodos de pré-secagem do bagaço de maçã antes da ensilagem, diminuiu, de forma

quadrática ($P < 0,001$) a densidade da massa ensilada, em kg m^{-3} , sendo observados valores de 354; 276; 255 e 257 com o aumento dos períodos de pré-secagem (Tabela 2).

Esse resultado ocorreu devido a variação inicial de MS, sendo o aumento desse teor provavelmente diminuiu a atividade de água da massa ensilada o que levou a alteração no processo de fermentação.

Conforme Borreani et al. (2018), há importância direta da concentração inicial de MS na qualidade da ensilagem, indicando que ensilagem de produtos com elevada quantidade de água até aumenta a densidade ensilada, porém acarreta possibilidade de fermentações bacteriana secundárias, como *Clostridium*, além de promover maiores produções de efluentes.

Tabela 2. Densidade de massa ensilada (kg m^{-3}), perdas por formação de efluente (kg t^{-1} de massa verde) e gás (%MS) das silagens de bagaço de maçã com diferentes períodos de pré-secagem antes da ensilagem

Item ¹	Período de pré-secagem (horas)				Valor P	Efeitos		EPM
	PS0	PS24	PS48	PS72		L	Q	
Densidade de massa ensilada (kg m^{-3}) ¹	354	276	255	257	<0,01	<0,01	<0,01	7,25
Perdas por formação de efluente (kg t^{-1} de massa verde) ²	184	115	98	94	0,032	0,289	0,021	0,539
Perdas por formação de gás (% MS) ³	5,59	5,81	5,14	4,66	0,013	0,200	0,013	0,251

PS0: bagaço de maçã sem pré-secagem; PS24: bagaço de maçã com pré-secagem de 24 horas; PS48: bagaço de maçã com pré-secagem de 48 horas e PS72: bagaço de maçã com pré-secagem de 72 horas. Efeito dos contrastes L = linear, Q = quadrático; EPM = erro padrão da média.

Equações de regressão: $^1\hat{Y} = 352,3 - 3,8x + 0,034x^2$ ($R^2 = 0,99$); $^2\hat{Y} = 182,05 - 3,227x + 0,028x^2$ ($R^2 = 0,98$); $^3\hat{Y} = 5,6469 + 0,007x - 0,0003x^2$ ($R^2 = 0,92$); no qual x é o período de pré-secagem do bagaço de maçã antes da ensilagem e R^2 é o coeficiente de determinação.

Quando há excesso de umidade, valores abaixo de 25%, e crescimento de *Clostridium*, um dos principais fatores que se evidencia é a proteólise, diminuindo a qualidade final da silagem (McDonald et al., 1991).

Outro fator que diminui a qualidade da silagem é a produção de efluente. O volume do efluente produzido em um silo é influenciado, principalmente, pelo conteúdo de MS da espécie forrageira ensilada (Corrêa et al, 2016).

A produção de efluente diminuiu de forma quadrática ($P=0,021$) com o aumento do período de pré-secagem do bagaço de maçã. As menores perdas na produção de efluente foram observadas das silagens com 48h (98 kg t^{-1} de massa verde) e 72 horas (94 kg t^{-1} de massa verde) de pré-secagem, o que corresponde a uma diminuição de 46,7% e 48,9% em relação a silagem de bagaço de maçã sem pré-secagem (184 kg t^{-1} de massa verde).

Conforme os resultados, foi possível observar que o principal efeito na diminuição na produção de efluente dá-se já com 24h de pré-secagem ($P < 0,01$), não observando efeito estatístico entre os tratamentos com 48h e 72h de pré-secagem ($P=0,282$).

Alguns estudos com silagens de gramíneas tropicais e subprodutos da indústria de frutas, que são produtos de baixa concentração de MS, confirmam que o uso de alguma técnica para o aumento desse valor inicial reduz a produção de efluente (Valença et al., 2016; Grizotto et al., 2020).

Rego et al. (2012) observaram diminuição de 14% na quantidade de efluente produzido por tonelada de material verde ensilado quando incluiu 12% de fubá de milho à silagem de bagaço de laranja. Grizotto et al (2017), também avaliando

silagem de bagaço de laranja com inclusão de polpa cítrica, concluiu que a inclusão de 6% e 20% de polpa cítrica peletizada reduziu em 36,8% e 97,7% a produção total de efluente, respectivamente, quando comparado ao tratamento controle.

Essa menor produção pode impactar diretamente o meio ambiente, pois elevadas quantidades de efluentes aumentam o risco de contaminação de lenções freáticos e alterações na decomposição de matéria orgânica do solo (Muck, 2010).

A produção de gases das silagens foi influenciada ($P=0,013$) pelo aumento do período de pré-secagem do bagaço de maçã na ensilagem. Foi observado um efeito quadrático, com ponto de máximo quando o material teve 24h de pré-secagem (5,81% MS). Esse resultado indica que pode ter ocorrido um melhor ambiente para o desenvolvimento de micro-organismos produtores de produtos voláteis devido a elevada disposição de açúcares solúveis e ainda com elevada atividade de água, como enterobactérias e *Clostridium*.

Valores de MS inicial maiores já controlam esse crescimento e proporciona condições adequadas de crescimento de bactérias desejáveis, como as bactérias produtoras de ácido láctico (McDonald et al, 1991).

Com 72h de pré secagem, foi possível observar que a produção de gases diminuiu 16,6% em relação a ensilagem do bagaço de maçã sem pré-secagem, que reforça a relação negativa entre concentração de MS e a produção de gases.

Houve aumento na concentração de MS das silagens de bagaço de maçã ($P < 0,01$) com o aumento do período de pré-secagem do material a

ser ensilado (Tabela 3). Esses resultados ocorreram devido a diferença de MS do material no momento da ensilagem, sendo que, 72 horas de pré-secagem

foram suficientes para aumentar em 74% o teor de MS do bagaço de maçã (Tabela 1).

Tabela 3. Composição química e pH das silagens de bagaço de maçã com diferentes períodos de pré-secagem antes da ensilagem

Item ¹	Tempo de secagem (horas)				Valor P	Efeitos		EPM
	PS0	PS24	PS48	PS72		L	Q	
Matéria seca (g kg ⁻¹) ¹	208	293	357	356	<0,01	<0,001	<0,001	0,718
Matéria orgânica (gkg ⁻¹ MS)	908	909	912	911	0,159	0,467	0,761	0,227
Matéria mineral (gkg ⁻¹ MS)	92	91	88	89	0,101	0,063	0,072	0,030
Proteína bruta (g kg ⁻¹ MS) ²	70,4	70,9	76,6	78,3	0,023	0,102	0,048	0,039
Fibra em detergente neutro (g kg ⁻¹ MS) ³	592	616	610	621	0,021	0,016	0,348	0,681
Fibra em detergente ácido (gkg ⁻¹ MS)	425	428	429	431	0,194	0,359	0,913	0,447
Lignina (g kg ⁻¹ MS) ⁴	217	226	256	242	0,042	0,049	0,439	2,352
pH ⁵	3,31	3,29	3,25	3,26	<0,01	<0,01	<0,01	0,011

PS0: bagaço de maçã sem pré-secagem; PS24: bagaço de maçã com pré-secagem de 24 horas; PS48: bagaço de maçã com pré-secagem de 48 horas e PS72: bagaço de maçã com pré-secagem de 72 horas. Efeito dos contrastes L = linear, Q = quadrático; EPM = erro padrão da média.

Equações de regressão: ¹ $\hat{Y} = 205,8 + 4,8042x - 0,0373x^2$ ($R^2 = 0,99$); ² $\hat{Y} = 69,94 + 0,085x - 0,0005x^2$ ($R^2 = 0,91$); ³ $\hat{Y} = 595,8 + 0,3875x$ ($R^2 = 0,89$); ⁴ $\hat{Y} = 216,5 + 0,4792x$ ($R^2 = 0,98$); ⁵ $\hat{Y} = 3,3135 - 0,0017x - 0,00001x^2$ ($R^2 = 0,89$), no qual x é o período de pré-secagem do bagaço de maçã antes da ensilagem e R^2 é o coeficiente de determinação.

Os teores de MS na abertura não diferiram entre PS48 e PS72 ($P=0,8724$), porém esses foram maiores do que PS0 e PS24 ($P<0,05$), indicando que 48 horas de pré-secagem a temperatura ambiente já

foram suficientes para elevar a valores adequados a MS, que seria de 30 a 38% (McDonald et al, 1991).

Não foram observadas diferenças significativas nas concentrações de MO ($P=0,159$); MM ($P=0,101$) e FDA ($P=0,194$), com médias de 910; 90 e 428,3 g kg⁻¹ MS.

Com o aumento de MS, foi possível observar efeito significativo nas concentrações de PB, que aumentou, sendo observado 70,4 g kg⁻¹ MS para silagens PS0 e 78,3 g kg⁻¹ MS. Provavelmente, nas silagens PS0 ocorreram algum tipo de proteólise durante a fermentação, por crescimento de micro-organismos indesejáveis que se proliferam em elevadas umidades, como *Clostridium* (Muck, 2010).

Outro processo fermentativo que pode ocorrer nas silagens durante o período de armazenamento anaeróbio é o aumento na concentração de PB devido ao consumo de carboidratos solúveis pelos micro-organismos, resultando num efeito indireto na concentração de PB (Bernardes et al. 2005).

As concentrações de FDN ($P=0,021$) e LIG ($P=0,042$) também foram alteradas pelos tratamentos, com aumento linear quadrático quanto aumentado os períodos de pré-secagem. Quando foi realizada a pré-secagem do material, há grandes perdas da quantidade de umidade do mesmo. Com isso, há uma concentração maior dos compostos fibrosos no material.

Além disso, seguindo o princípio do que ocorreu para a PB, um melhor ambiente para crescimento de micro-organismos que fermentam carboidratos solúveis para produção de ácidos graxos voláteis, como é o caso das bactérias lácticas. Essas possivelmente encontraram um ambiente mais propício para o seu desenvolvimento. Esse resultado pode ser claramente mostrado na Figura 1, onde é possível observar um maior crescimento das BAL ($P<0,01$) em detrimento ao desenvolvimento de leveduras ($P=0,027$).

Quando a ensilagem acontece com um ambiente adequado para o crescimento de BAL, essas predominam o meio e produzem ácido láctico que acabam levando ao abaixamento do pH. Alguns fatores são definidos como necessários para adequado processo fermentativo, como a concentração de MS na colheita/ensilagem, entre 30e 40%, a quantidade de carboidratos solúveis, além do poder tampão (McDonald et al., 1991).

É possível analisar na Tabela 1, que a partir de 48 horas de pré-secagem, o bagaço de maçã já alcançou um valor adequado de MS, que provavelmente estimulou o crescimento dessas bactérias benéficas. Quando isso acontece, a população de leveduras é diminuída, já que a anaerobiose e o pH baixo limitam o seu crescimento, além de ácidos graxos voláteis (AGV), como o ácido acético, produzidos por BAL heterofermentivas que possui função antifúngica (Kleinsmit & Kung Jr., 2006). Esse resultado pode ser observado na Figura 1, em que a população de leveduras fica reduzida com o crescimento de BAL.

Como o meio não limitou o crescimento de BAL para as silagens PS48 e PS72, os valores do pH foram menores ($P < 0,05$) quando comparadas as

silagens PS0 e PS24, devido a maior concentração de AGV naquelas mencionadas primeiramente.

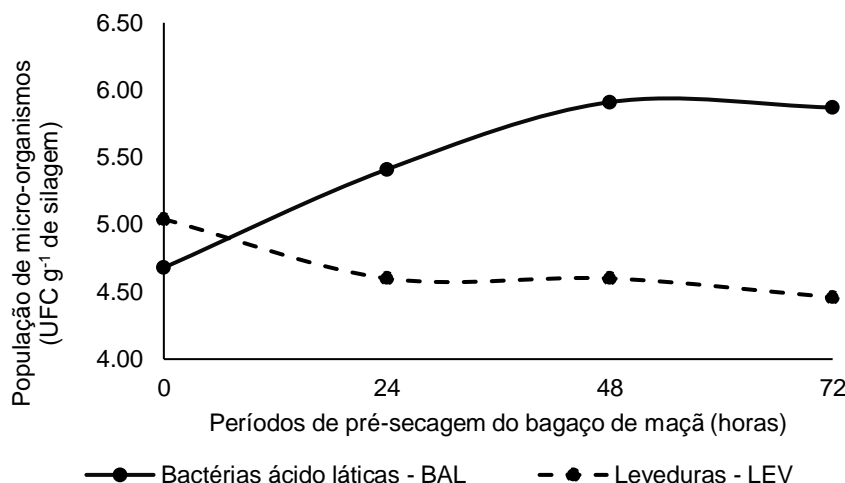


Figura 1. População de bactérias ácido lácticas e de leveduras das silagens de bagaço de maçã com diferentes períodos de pré-secagem na ensilagem.

*Bactérias ácido-láticas = efeito quadrático para períodos de pré-secagem ($P=0,024$); EPM = 0,141; Equação de regressão = $\hat{Y} = 4,6645 + 0,041x - 0,0003x^2$; $R^2 = 0,99$; *Leveduras = efeito quadrático para períodos de pré-secagem ($P=0,027$); EPM = 0,336; Equação de regressão = $\hat{Y} = 5,011 - 0,0166x + 0,0001x^2$; $R^2 = 0,91$; no qual x é o período de pré-secagem do bagaço de maçã antes da ensilagem e R^2 é o coeficiente de determinação.

Conclusão

Conclui-se que o bagaço de maçã pode ser conservado na forma de silagem, desde que sofra o processo de pré-secagem. Períodos de pré-secagem de 48 horas são recomendados ou até valores de MS alcançarem de 35%.

Agradecimentos

Agradecemos a empresa Fischer S/A – Agroindústria pela doação do bagaço de maçã utilizado nesse experimento.

Referências

BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; MOREIRA, A.L. Fermentative and microbiological profile of marandu-grass ensiled with citrus pulp pellets. *Scientia Agricola*, v.62, p.214-220, 2005.

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*, v.101; p.3952-3979. 2018

BRAND, C.B. Valor nutritivo do bagaço de maçã como aditivo em silagem de milho. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia). Florianópolis: UFSC, 2014. 39 p.

BRASIL Legislação. Política Nacional de Resíduos Sólidos - Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/1024358/politica-nacional-de-residuossolidos-lei-12305-10>>. Acesso em: 02 de março de 2024.

CORRÊA, A.A.; BACKES, A.A.; FAGUNDES, J.L.; BARBOSA, L.T.; SOUSA, B.M.L.; OLIVEIRA, V.S.; MOREIRA, A.L. Caracterização da silagem da rama de batata doce emurchecida e adicionada de fubá de milho com aditivo. *Boletim de Indústria Animal*, Nova Odessa, v.73, n.4, p.272-280, 2016.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.; AZEVÊDO, J.A.G. (Eds.) Métodos para análise de alimentos. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 214p., 2012

EPAGRI-CEPA. Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina – 2022/2023. Florianópolis: Epagri/Cepa, 2023. 196p.

FERREIRA, A.C.H.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N.M.; BORGES, I.; CAMPOS, W.E. Avaliação nutricional do subproduto da agroindústria de abacaxi como aditivo de silagem decapim-elefante. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, p. 223-229, 2009.

FERREIRA, A.C.H.; RODRIGUEZ, N.M.; NEIVA, J.N.M.; LOBO, R.N.B.; NUNES, F.C.S.; CARVALHO, R.F.; SAULYTIS, F.C.F. Valor Nutritivo de Silagens de Capim Elefante com Níveis Crescentes de Subprodutos da Indústria do Suco de Caju. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 41, Anais..., 2004, Campo Grande-MS.

- GRIZOTTO, R. K.; BUENO, A. P. A.; CAMPOS, A. F.; SIQUEIRA, G. R.; MODESTO, R. T. Silagem de bagaço de laranja aditivada com polpa cítrica peletizada. Boletim de Indústria Animal, Nova Odessa, v.74, n.1, p.17-26, 2017.
- GRIZOTTO, R.K.; SIQUEIRA, G.R.; CAMPOS, A.F.; MODESTO, R.T.; RESENDE, F.D. Fermentative parameters and aerobic stability of orange peel silage with pelleted citrus pulp. Revista Brasileira de Zootecnia. v. 49. 2020.
- JOBIM, C.C., REIS, R.A, SCHOCKEN-ITURRINO, R.P., ROSA, B. Desenvolvimento de microrganismos durante a utilização de silagens de grãos úmidos de milho e de espigas de milho sem brácteas. Acta Scientiarum, v 21, n.3, p.671-676, 1999
- KENNEDY, M.; LIST, D.; LU, Y.; FOO, L.Y.; NEWMAN, R.H.; SIMS, I.M.; BAIN, P.J.S.; HAMILTON, B.; FENTON, G. Apple pomace and products derived from apple pomace: uses, composition and analysis. In: LINSKENS, H. F.; JACKSON, J. F. (Ed.). Modern methods of plant analyses. Analysis of plant waste materials. Berlin: Springer Verlag, 1999. p. 75-119.
- KLEINSCHMIT, D.H.; KUNG JR., L. A meta-analysis of the effects of *Lactobacillus buchneri* on the fermentation and aerobic stability of corn and grass and small-grain silages. Journal of Dairy Science, v.89, p.4005-4013, 2006
- KUNG Jr., L.; GRIEVE, D.B.; THOMAS, J.W. et al. Added ammonia or microbial inoculant for fermentation and nitrogenous compounds of alfalfa ensiled at various percents of dry matter. Journal of Dairy Science, v.67, n.2 p.299-306, 1984.
- McDONALD, P.J.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. The biochemistry of silage. 2.ed. Mallow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. Journal of AOAC International, v.85, p.1217-1240, 2002
- MUCK, R.E. Silage microbiology and its control through additives. Revista Brasileira de Zootecnia, v.39, p.183-191. 2010.
- PAHLOW G.; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F. et al. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.) Silage science and technology. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 2003. p.31-93.
- REGO, F.C.A.; LUDOVICO, A.; SILVA, L.C.; LIMA, L.D.; SANTANA, E.W.; FRANÇOSO, M.C. Perfil fermentativo, composição bromatológica e perdas em silagem de bagaço de laranja com diferentes inoculantes microbianos. Semina: Ciências Agrárias, v.33, p.3411-3420. 2012.
- ROBERTSON, J.B.; VAN SOEST, P.J. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: JAMES, W. P. T.; THEANDER, O. (Ed.) The analysis of dietary fiber in food. New York: Marcel Dekker, 1981, p.123-158
- SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; et al. Perdas de silagens decanada-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos. Revista Brasileira de Zootecnia, v.36, n.6, p.2000-2009, 2007 (supl.).
- VALENÇA, R.L.; FERREIRA, A.C.D.; SANTOS, A.C.P.; SILVA, B.C.D.; SANTOS, G.R.A.; OLIVEIRA, E.S. Composição química e perdas em silagem de bagaço de laranja pré-seco. Boletim de Indústria Animal, v.73, p. 206-211, 2016.