



**INSTITUTO FEDERAL**  
Rondônia



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia



**INSTITUTO FEDERAL**  
Rondônia  
Campus Ariquemes

**Ministério da Educação - Secretaria de Educação Profissional e  
Tecnológica  
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia  
Campus Ariquemes**

**Viabilidade e eficiência de silos experimentais alternativos**

Ariquemes - RO  
2023



**INSTITUTO FEDERAL**  
Rondônia



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia



**INSTITUTO FEDERAL**  
Rondônia  
Campus Ariquemes

## **Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia**

### **Campus Ariquemes**

**Amanda de Oliveira Poletto**

**Orientadora:** Luciane da Cunha Codognoto

**Coorientadora:** Thassiane Telles Conde

Trabalho de conclusão de curso apresentado como parte das exigências do curso Bacharel em Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - Campus Ariquemes.

**Ariquemes - RO**

**2023**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO,  
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Poletto, Amanda de Oliveira.  
Viabilidade e eficiência de silos experimentais alternativos / Amanda de  
Oliveira Poletto, Ariquemes-RO, 2023.  
20 f. : il.

Orientador(a): Dra. Luciane da Cunha Codognato.  
Coorientador(a): Dra. Thassiane Telles Conde.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto  
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO,  
Ariquemes-RO, 2023.

1. Recipiente. 2. Conservação. 3. Silagem. 4. Milho. I. Codognato,  
Luciane da Cunha (orient.). II. Conde, Thassiane Telles (coorient.). III.  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. IV.  
Titulo.

**Bibliotecário(a) Responsável:** Renilce Silva Morais, CRB-11/906 (Campus Ariquemes)

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE RONDÔNIA**  
**CAMPUS ARIQUEMES**


**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**Título do Trabalho:** Viabilidade e eficiência de silos experimentais alternativos

**Acadêmico:** Amanda de Oliveira Poletto


**Orientadora:** Luciane da Cunha Codognoto

**Conceito Atribuído:** APROVADO

 Documento assinado digitalmente  
**LUCIANE DA CUNHA CODOGNOTO**  
Data: 06/03/2024 11:06:37-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

**Luciane da Cunha Codognoto**

 Documento assinado digitalmente  
**THASSIANE TELLES CONDE**  
Data: 08/03/2024 15:55:06-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

**Thassiane Telles Conde**

 Documento assinado digitalmente  
**JUSLEI FIGUEIREDO DA SILVA**  
Data: 06/03/2024 13:20:22-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Juslei Figueiredo da Silva**

 Documento assinado digitalmente  
**IGOR VILELA CRUZ**  
Data: 06/03/2024 17:06:12-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Igor Vilela Cruz**

**Data da Realização:** 12/12/2023

**Ariquemes – RO**  
**2023**

## **AGRADECIMENTO**

À Deus pela vida, saúde e força para superar os obstáculos até aqui. À minha família que são minha base, meu espelho e meu porto.

Às minhas orientadoras pelo ter me apoio nessa pesquisa, com dedicação, paciência e encorajamento para concluir a pesquisa da melhor forma possível.

Ao colaborador que me ajudou nessa jornada, Geovani Gabriel Gonçalves da Luz.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de Rondônia (IFRO) - *Campus Ariquemes*.

## VIABILIDADE E EFICIÊNCIA DE SILOS EXPERIMENTAIS ALTERNATIVOS

### RESUMO

Tubos de policloreto de venila (PVC) são utilizados como silos experimentais para avaliação de silagens. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar diferentes tipos de silos experimentais, quanto a composição bromatológica e perdas fermentativas em silagem de milho. Em delineamento inteiramente casualizado, foram avaliados quatro tratamentos, com capacidade 2 dm<sup>3</sup>: silo pote plástico, silo “longa vida”, silo garrafa PET e testemunha (silo tubo de PVC). Proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e condutividade elétrica não caracterizaram efeito significativo dos silos avaliados. Os silos tubo de PVC e garrafa PET proporcionaram melhor manutenção do teor de massa seca (MS), diferindo do silo “longa vida” (p=0,00), com 30,52% MS. Quanto ao potencial hidrogeniônico, o silo “longa vida” diferiu dos demais silos (p=0,00), equivalente a 4,06. O silo garrafa PET caracterizou perda total de MS superior (p=0,00), proporcional a 184,7% em relação ao silo tubo de PVC. O silo garrafa PET registrou perdas por gases (p=0,02) e efluentes (p=0,02), superiores aos silos tubo de PVC e pote plástico. Dentre os silos alternativos, o pote plástico caracterizou vedação e conservação adequadas da silagem, permitindo ainda a avaliação visual do processo fermentativo.

**Palavras-chave:** Recipiente. Conservação. Silagem. Milho.

## FEASIBILITY AND EFFICIENCY OF ALTERNATIVE EXPERIMENTAL SILOS

### ABSTRACT

Polyvenyl chloride (PVC) pipes are used as experimental silos to evaluate alternative silages. Thus, the present work aimed to evaluate different types and formats of experimental silos, regarding chemical composition and fermentative losses in corn silage. In a completely randomized design, four treatments were evaluated, with a capacity of 2 dm<sup>3</sup>: plastic pot silo, “long life” silo, PET bottle silo and control (PVC tube silo). Crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber and electrical conductivity did not characterize a significant effect of the evaluated silos. The PVC tube and PET bottle silos showed better maintenance of the dry mass (DM) content, differing from the “long life” silo ( $p=0.00$ ), with 30.52% DM. As for the hydrogen-ion potential, the “long life” silo differed from the other silos ( $p=0.00$ ), equivalent to 4.06. The PET bottle silo had a higher total DM loss ( $p=0.00$ ), proportional to 184.7% compared to the PVC tube silo. The PET bottle silo recorded losses from gases ( $p=0.02$ ) and effluents ( $p=0.02$ ), higher than the PVC tube and plastic pot silos. Among the alternative silos, the plastic pot characterized adequate sealing and conservation of the silage, also allowing the visual evaluation of the fermentation process.

**Key-word:** Container. Conservation. Silage. Corn.

## INTRODUÇÃO

No século XX, o emprego de silo de reduzida escala, denominado silo experimental, caracterizou ferramenta para estudos sobre conservação de alimentos forrageiros alternativos (PERKINS e PRATT, 1951). Atualmente, nas pesquisas com silos experimentais têm predominância o uso de tubo de PVC (policloreto de vinila) de 100 mm de diâmetro, como silo/recipiente (PEREIRA et al., 2005; PEDROSO et al., 2014). Ainda, a literatura elenca diversidade de silos utilizados em experimentos: saco plástico preto com capacidade de 40 dm<sup>3</sup>, revestidos com saco de rafia (RODRIGUES et al., 2002a); manilha de concreto forrado com plástico, comportando 500 a 630 dm<sup>3</sup> (RODRIGUES et al., 2002b; LOPES & EVANGELISTA, 2010); bombonas plásticas, com capacidade volumétrica de 200 dm<sup>3</sup> (AMARAL et al., 2009); balde plástico de 7,5 a 30 dm<sup>3</sup> (RODRIGUES et al., 2002b; NOVINSKI et al., 2012; VELHO et al., 2006); pote de vidro de 3 dm<sup>3</sup> (ANDREATTA et al., 2021); e, silos confeccionados em garrafa tipo PET, com capacidade de 2 dm<sup>3</sup> (ORTIZ et al., 2021) ou utilizando potes de polipropileno de 1,8 dm<sup>3</sup> (PALIĆ et al., 2011).

Nos silos experimentais é possível avaliar diversas variáveis e interações, bem como mensurar perdas qualitativas do alimento obtido após o processo fermentativo. Ainda, mensurações volumétricas e gravimétricas permitem quantificar perdas fermentativas por gases e efluentes (JOBIM et al., 2007).

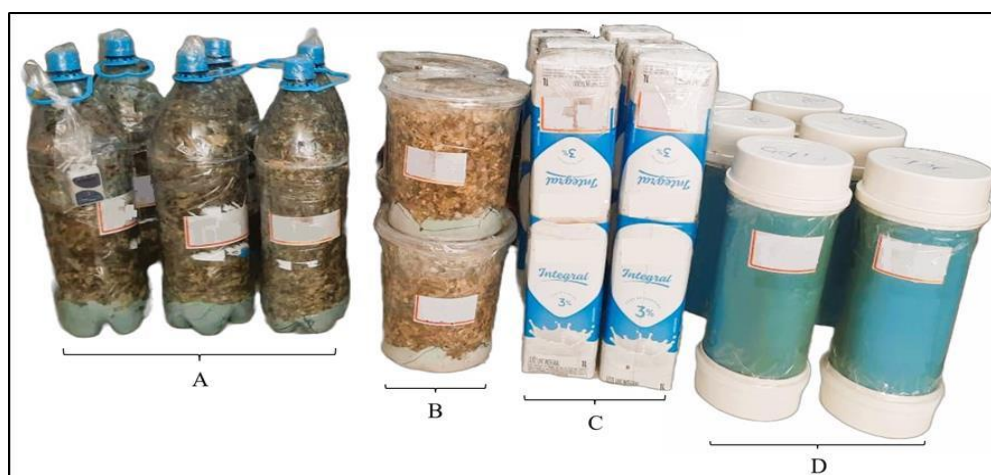
Comparados aos silos convencionais, os resultados obtidos em silos laboratoriais podem não ser exatamente aqueles observados a campo, pois é um desafio produzir silagem homogênea para avaliação do tratamento (CHERNEY & CHERNEY, 2003), especialmente quando coletas são realizadas em diferentes estratos do silo (RODRIGUES et al., 2002a). Para forrageira de alta ensilabilidade, silagens obtidas a partir de silos experimentais proporcionam fermentação semelhante àquelas obtidas em silos convencionais (tipo trincheira, p.e.), sendo adequada à coleta e interpretação de respostas para diferentes tratamentos (RODRIGUES et al., 2002b).

Considerando que estas unidades experimentais reproduzem condições anaeróbias básicas para avaliar a conservação de diferentes alimentos e/ou da inclusão de aditivos químicos (SCHMIDT et al., 2010), biológicos (RABELO et al., 2014) e/ou absorventes às silagens (REZENDE et al., 2008) foi possível introduzir diferentes ingredientes à alimentação de ruminantes. Experimentalmente, os efeitos dos tratamentos seriam praticamente impossíveis de serem avaliados em silos convencionais, em termos de custos, em que é necessário considerável volume de material para ensilagem, elevada demanda de

mão de obra, equipamentos e insumos para confecção da silagem (KAYA, 2022). Portanto, os silos experimentais oferecem facilidade na confecção e manipulação da silagem, permitindo que sejam realizadas avaliações com reduzido investimento. Levando em consideração alternativas mais acessíveis disponíveis, ocorre a oportunidade de avaliar outras opções de recipientes e materiais para ensaios com silagem de reduzido volume (2 dm<sup>3</sup>) como silos experimentais. Assim, o presente trabalho, teve como objetivo comparar diferentes tipos e formatos de silos experimentais, quanto a composição bromatológica e perdas fermentativas em silagem de milho.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os silos experimentais foram preparados e armazenados em ambiente protegido de luz e calor, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), Campus Ariquemes. No ensaio foram avaliados quatro tratamentos, com seis repetições, em delineamento inteiramente casualizado (DIC), totalizando 24 unidades experimentais. Os recipientes testados, com capacidade volumétrica de 2 dm<sup>3</sup>, constituíram os silos experimentais: garrafa em polietileno tereftalato (PET), incolor (Figura 1A); pote com tampa em polipropileno, incolor (Figura 1B); caixas de leite, embalagem “longa vida”, unidas com fita adesiva (Figura 1C); testemunha (tubo de PVC com “cap”, 254,5 mm x 100 mm) (Figura 1D).



**Figura 1.** A. Silo garrafa PET; B. Silo pote plástico; C. Silo “longa vida”; D. Testemunha (silo tubo de PVC).

O genótipo de milho utilizado para ensilagem foi o GNZ 7280, semeado no período de safrinha no mês de fevereiro em propriedade rural no Município de Machadinho do Oeste, Rondônia. A colheita foi realizada dia 9 de maio de 2022, com colhedora de forragem montada, modelo FTN1000 Super, regulada com altura de corte a 20 cm do nível do solo e tamanho médio de partícula de 8 mm. Aleatoriamente, foram separados 35 kg de forragem fresca e acomodadas nas unidades experimentais, utilizando prensa manual (Figura 2) e obtenção densidade equivalente a 600 kg m<sup>-3</sup>. Para estimar perdas totais de massa seca (PT) e perdas por efluente (PE) nos diferentes recipientes, a areia foi depositada no fundo dos silos e isolada com tecido tipo malha (Figura 3) para absorver o resíduo líquido produzido (BALIEIRO NETO et al., 2009). De modo semelhante, a perda por gases (PG) foi obtida por pesagens, antes e após a fermentação. Devido ao formato da garrafa PET, fez-se um corte

no terço superior da embalagem para facilitar o enchimento, e certa quantidade de forragem foi adicionada para evitar espaço vazio no topo do recipiente. Após o enchimento, as tampas dos respectivos silos foram vedadas com fita adesiva. Amostras frescas das silagens foram separadas e, sob refrigeração, foram encaminhadas ao laboratório para análises química-bromatológicas, segundo metodologias descritas por DETMANN et al. (2021): matéria seca definitiva (MS); proteína bruta (PB); fibra em detergente neutro (FDN); e, fibra em detergente ácido (FDA). Os silos experimentais foram transportados ao IFRO, Campus Ariquemes, e armazenados em ambiente protegido durante o processo de fermentação.



**Figura 2.** Prensa manual para compactação dos silos experimentais.



**Figura 3.** Areia acomodada no fundo dos silos e isolada com tecido tipo malha.

Decorridos 62 dias de fermentação, foram determinados PT, PG e PE nos silos experimentais (JOBIM et al., 2007). Desprezando-se o terço superior e inferior das silagens, amostras de cada silo foram separadas para determinar o potencial hidrogeniônico (CHERNEY & CHERNEY, 2003) e a condutividade elétrica das silagens (KRAUS et al., 1997). Para análises química-bromatológicas, as amostras das silagens foram pesadas e submetidas à secagem prévia em estufa com circulação forçada de ar, a 55°C por 72 horas. Posteriormente, as amostras foram processadas em moinho de facas (peneira com malha de 1 mm) e, submetidas às análises para determinar MS, PB, FDN e FDA (DETMANN et al., 2021). As análises foram realizadas no laboratório de química do IFRO – *Campus Ariquemes*. As variáveis qualitativas foram submetidas à análise de variância, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019); e, quando significativas, as diferenças entre as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A composição bromatológica do milho utilizado para a ensilagem caracterizou teor de matéria seca (MS) entre 30 e 35% (McDONALD et al., 1991), adequado a produção e conservação do alimento, bem como ao consumo animal (POSSENTI et al., 2005). O ponto ideal de colheita assegurou adequados teores de fibras (fibras em detergentes neutro e ácido), respectivamente, próximos a 50 e 30%; mas teor de proteína bruta (PB) relativamente baixo (Tabela 1).

**Tabela 1.** Composição bromatológica da planta de milho utilizado na ensilagem, híbrido GNZ 7280.

Genótipo	MS <sup>(1)</sup>	PB	FDN	FDA
	-- (%) --	-----	(%MS) -----	
GNZ 7280	34,85	6,01	42,24	32,43

<sup>(1)</sup> MS = Matéria seca; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido.

Os teores de PB, fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) não caracterizaram diferença significativa entre os silos avaliados (Tabela 2). Para essas variáveis não houve efeito dos recipientes utilizados como silos experimentais, não diferindo do silo usualmente empregado em experimentos: tubo de PVC. Portanto, os silos experimentais constituem paredes que asseguram a anaerobiose, garantindo condições específicas à fermentação e à conservação da silagem, sem proliferação de microrganismos indesejáveis (Figura 4). Os silos apresentaram homogeneidade fermentativa, sem ocorrência de contaminação por fungos, caracterizando adequada higienização interna dos recipientes no momento de preparo, bem como ao fechamento/vedação, e ainda não ocorrendo alterações decorrentes de fatores externos aos silos, como permeabilidade ao oxigênio e à umidade do ar.

**Tabela 2.** Médias de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (CE) de silagem obtida em diferentes silos experimentais.

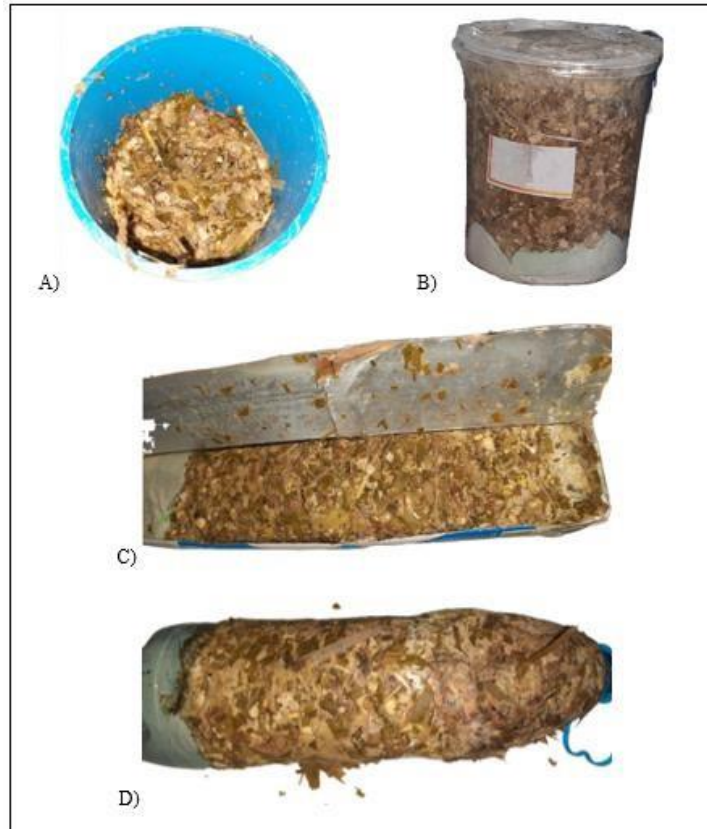
Silos experimentais	MS	PB	FDN	FDA	pH	CE
	-- (%) --	-----	(MS) -----		-----	( $\mu\text{s cm}^{-1}$ )
Tubo de PVC	31,76 a <sup>(1)</sup>	5,76	37,62	31,87	3,96 b	626,46
Pote plástico	31,10 ab	5,59	35,54	30,89	3,99 b	627,03
“Longa vida”	30,52 b	6,14	36,57	31,24	4,06 a	620,04
Garrafa PET	31,67 a	5,66	36,04	31,67	3,99 b	612,30
Média geral	31,26	5,79	36,44	31,41	4,00	621,46
CV(2) (%)	1,66	7,70	6,38	7,47	0,98	3,72
p-valor	0,00	0,19	0,47	0,89	0,00	0,67

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup> Coeficiente de variação.

Nos silos incolores (pote plástico e garrafa PET) é possível realizar inspeção visual da silagem (Figuras 2B e 2D), selecionando aqueles contaminados por fungos/bolores ou com deposição de água na tampa ou paredes, por ocorrência de falha na vedação ou dano ao recipiente. Valendo-se de silos experimentais incolores, PALIĆ et al. (2011) recomendam a técnica, especialmente por evitar erros de interpretação nos resultados experimentais, pois mudanças de qualidade da silagem ocorrem durante a fermentação.

A análise de variância identificou efeito significativo para teor de massa seca (MS) e potencial hidrogeniônico (pH) (Tabela 2) entre os silos experimentais. ORTIZ et al. (2021), ao avaliarem 13 silos experimentais, com diferentes capacidades volumétricas e tipos de recipientes, obtiveram amplitude entre tratamentos variando de 30,4 a 35,95% MS e, média experimental equivalente a 33,97% MS para silagem de milho. Os autores estabelecem que silos menores (tubo de PVC 250 x 100 mm e balde plástico com capacidade de 3 litros) podem ter sido influenciados pelo menor volume para compactação, com exceção do silo garrafa PET. Entretanto, conforme a Tabela 2, a amplitude de MS entre tratamentos foi equivalente a 1,2 pontos percentuais, com média experimental de 31,26% MS (Tabela 2). A menor variabilidade no teor de MS é consequência da padronização no volume dos silos ( $2 \text{ dm}^3$ ) e densidade ( $600 \text{ kg m}^{-3}$ ). O silo experimental “longa vida” registrou menor teor de MS (Tabela 2), diferindo significativamente dos silos tubo de PVC e garrafa PET, destacando-se como recipientes eficientes na manutenção da umidade da silagem. Portanto, valendo-se

de recipientes que favoreçam a compactação e a vedação, os mesmos podem ser utilizados como silos experimentais alternativos.



**Figura 4.** Vista dos silos experimentais na abertura. A) Silo tubo de PVC; B) Silo pote plástico; C) Silo “longa vida”; D) Silo garrafa PET.

JOBIM et al. (2007) consideram potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (CE), indicadores de qualidade da silagem. O silo experimental “longa vida” registrou pH superior, diferindo significativamente dos demais silos (Tabela 2). Ainda assim, os valores de pH obtidos estão dentro da faixa ideal que, conforme McDONALD et al. (1991), situa-se entre 3,8 e 4,2, e que está associado ao adequado teor de MS da forragem na ensilagem (Tabela 1). Portanto, teor adequado de MS da forragem e pH próximo a 4,0, contribuem a preservação da silagem, por inibir a atividade de bactérias do gênero *Clostridium*, responsáveis pela produção do ácido butírico e deterioração da silagem (MOTA et al., 2011).

A CE registrou amplitude de  $14,73 \mu\text{s cm}^{-1}$  entre os silos experimentais (Tabela 2), sem efeito significativo entre tratamentos. Os resultados deste trabalho são coerentes ao encontrado na literatura (SEVERO et al., 2020), em que o rompimento celular no processamento da forragem caracteriza a liberação de eletrólitos. Portanto, houve

equivalência na quantidade de líquidos extravasados do conteúdo celular, sustentado pela similaridade no teor de MS e pH das silagens obtidas.

Pesquisas sobre ensilagem avançaram consideravelmente com o uso dos silos experimentais tubo de PVC, e ainda permitem quantificar as perdas de qualidade e fermentação da silagem na forma de gases e efluentes (JOBIM et al., 2007). A análise de variância identificou efeito para perdas totais de MS (PT), gasosas (PG) e efluentes (PE) (Tabela 3), caracterizando diferenças significativas entre silos experimentais.

**Tabela 3.** Médias de perdas totais de massa seca (PT), perdas gasosas (PG) e perdas por efluentes (PE) de silagem obtida em diferentes silos experimentais.

Silos Experimentais	PT	PG	PE
	----- (% MS) -----		-- (kg t <sup>-1</sup> MV) --
Tubo de PVC	2,74 b <sup>(1)</sup>	2,00 b	1,85 b
Pote plástico	3,23 b	1,92 b	1,77 b
“Longa vida”	3,11 b	2,18 ab	1,99 ab
Garrafa PET	5,07 a	2,56 a	2,36 a
Média geral	3,59	2,17	1,99
CV <sup>(2)</sup> (%)	20,16	15,34	15,33
p-valor	0,00	0,02	0,02

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup> Coeficiente de variação.

O silo garrafa PET apresentou proeminente PT, diferindo significativamente das silagens obtidas nos silos tubo de PVC, pote plástico e “longa vida” (Tabela 3). O silo garrafa PET registrou PT superior ao silo tubo de PVC, equivalente a 184,7%. A justificativa para a elevada perda, deu-se pela adição de forragem para eliminar espaço vazio no topo do silo (Figura 2D). A impossibilidade de adequada compactação do material adicionado pode ter influenciado, devido a presença de oxigênio neste espaço, superestimando inclusive PG e PE, que diferiu significativamente dos silos tubo de PVC e pote plástico (Tabela 3).

Nos silos testados, embora não houvesse válvula para escape, provavelmente, os gases difundiram-se para o ambiente nas sobreposições e dobras ínfimas da fita adesiva, permitindo a dissipação por microcanais, uma vez que não ocorreu abaulamento ou desprendimento da vedação.

Para o silo “longa vida”, PE elevada (Tabela 3) pode estar relacionado a redução no teor de MS, que diferiu significativamente dos silos tubo de PVC e garrafa PET (Tabela 2). Houve redução média de 3,59 pontos percentuais no teor de MS das silagens (Tabela 2) em relação à forragem (Tabela 1). O aumento nos teores do componente menos solúvel da parede celular (FDA) e os valores de PB das silagens (Tabela 2), pode ter contribuído a PE obtida ( $1,99 \text{ kg t}^{-1} \text{ MV}$ ); e, conforme estabelecido por NOVINSKI et al. (2012), tal efeito deu-se pela redução nos teores de carboidratos solúveis durante a fermentação, diluindo o teor de MS das silagens.

## CONCLUSÕES

De modo geral, os silos alternativos (pote plástico, “longa vida” e garrafa PET) permitem adequada deposição do alimento, compactação e vedação, obtendo-se amostras homogêneas e viáveis de silagem para análises.

Como silo experimental alternativo equivalente ao silo tubo de PVC, comumente empregado em ensaios experimentais, o silo pote plástico caracterizou adequados parâmetros químico-bromatológicos (massa seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, potencial hidrogeniônico, condutividade elétrica) e perdas fermentativas da silagem (perdas de massa seca total, por efluentes e gases). Ainda, reproduz condições anaeróbicas básicas à obtenção da silagem, além de permitir a avaliação visual do processo fermentativo; é isento de contaminantes residuais da embalagem, que comprometam a qualidade e segurança higiênica do alimento; e, reduzido custo de aquisição.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, R. C.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; NUSSIO, L. G.; MENDES, C. Q.; GASTALDELLO JUNIOR, A. L. Cana-de-açúcar ensilada com ou sem aditivos químicos: fermentação e composição química. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1413-1421, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000800004>>. Acesso em: 10 fev. 2023.

ANDREATTA, W. V.; BRENNECKE, K.; MELO, G. M. P.; MELO, W. J.; CATÂNIO, J. F.; QUINTANS, N. J. Coffee bark as an absorbent additive in the production of sunflower silage. **Brazilian Journal of Development**, v.7, n.4, p.35627–35638, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.34117/bjdv7n4-159>>. Acesso em: 23 mar. 2023.

CHERNEY, J.H.; CHERNEY, D.J.R. Assessing Silage Quality. In: Buxton et al. Silage Science and Technology. **Madison, Wisconsin**, cap.4, p.141-198. USA. 2003. Disponível em: <<https://doi.org/10.2134/agronmonogr42.c4>>. Acesso em: 29 fev. 2023.

DETMANN, E.; SILVA, L. F. C.; ROCHA, G. C.; PALMA, M. N. N.; RODRIGUES, J. P. P. **Métodos para análise de alimentos**. INCT - Ciência animal. 2. ed. 2021. 350p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n.4, p. 529-535, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>>. Acesso em: 15 ago. 2023.

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L. G.; REIS, R. A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-119, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-35982007001000013>>. Acesso em: 23 fev. 2023.

KAYA, E. Comparison of different laboratory-scale ensiling methods for evaluating the influence of silage additives on maize silage. **Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences**, n.9, v.3, p.705-713, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.30910/turkjans.1107368>>. Acesso em: 23 fev. 2023.

KRAUS, T.J.; KOEGEL, R. G.; STRAUB, R. J.; SHINNERS. Leachate conductivity as an index for quantifying level of forage conditioning. **Transactions of the ASAE**, v.42, p. 847-852, 1998. Disponível em: <<https://elibrary.asabe.org/abstract.asp?aid=13262>>. Acesso em: 4 abr. 2023.

LOPES, J.; EVANGELISTA, A. R. Características bromatológicas, fermentativas e população de leveduras de silagens de cana-de-açúcar acrescidas de ureia e aditivos absorventes de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia** v.39, n.5, p.984-991, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000500007>>. Acesso em: 25 fev. 2023.

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

MOTA, Á. D. S.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; SOUZA, A. S.; REIS, S. T.; TOMICH, T. R.; CALDEIRA, L. A.; MENEZES, G. C. C.; COSTA, M. D. Perfil de fermentação e perdas na ensilagem de diferentes frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca.

**Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.7, p.1466–1473, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000700010>>. Acesso em: 10 ago. 2023.

NETO, G. B.; FERRARI JUNIOR, E.; NOGUEIRA, J. R.; POSSENTI, R.; PAULINO, V. T.; BUENO, M. S. Perdas fermentativas, composição química, estabilidade aeróbia e digestibilidade aparente de silagem de cana-de-açúcar com aditivos químico e microbiano.

**Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.6, p.621–630, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009000600011>>. Acesso em: 20 jul. 2023.

NOVINSKI, C. O.; JUNGES, D.; SCHMIDT, P.; ROSSI JUNIOR, P.; CARVALHO, J. P. G.; TEIXEIRA, R. A. Methods of lab silos sealing and fermentation characteristics and aerobic stability of sugarcane silage treated with microbial additive. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.2, p.264-270, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000200005>>. Acesso em: 26 jan. 2023.

ORTIZ, S.; MARTIN, T. N.; FULANETI, F. S.; VALDOVINO, V. C. Silos experimentais e a composição bromatológica de silagem de milho e sorgo. **Vivências**, v.17, n.33, p.229-242, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.31512/vivencias.v17i33.462>>. Acesso: 26 jan. 2023.

PALIĆ, D.; VUKMIROVĆ Đ.; ČOLOVIĆ R.; IVANOV, D.; KOKIĆ, B.; SPASEVSKI, N.; JEREMIĆ, D. Improved mini-silo for studying fermentation of silage in laboratory conditions. **Institute for Animal Husbandry**, v.27, n.3, p.1271-1278, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.2298/BAH1103271P>>. Acesso em: 07 jan. 2023.

PEDROSO, A. F.; PEDROSO, A. M.; BARIONI JÚNIOR, W.; SOUZA, G. B. Evaluation of sugarcane laboratory ensiling and analysis techniques. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.43, n.4, p.169-174, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-35982014000400002>>. Acesso em: 26 jan. 2023.

PEREIRA, L. G. R.; GONÇALVES, L. C.; TOMICH, T. R.; BORGES, I.; RODRIGUEZ, N. M. Silos experimentais para avaliação da silagem de três genótipos de girassol (*Helianthus annuus* L.). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.5, p.690-696, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0102-09352005000500015>>. Acesso em: 30 jul. 2023.

PERKINS, A. E.; PRATT, A. D. A laboratory silo and its uses. **Journal of Dairy Science**, v.34, n.6, p.606-614, 1951. Disponível em: <[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(51\)91752-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(51)91752-3)>. Acesso em: 6 jan. 2023.

POSSENTI, R. A.; FERRARI JUNIOR, E.; BUENO, M. S.; BIANCHINI, D.; LEINZ, F. F.; RODRIGUES, C. F. Parâmetros bromatológicos e fermentativos das silagens de milho e girassol. **Ciência Rural**, v.35, n.5, p.1185-1189, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000500031>>. Acesso em: 26 jan. 2023.

RABELO, C. H. S.; REZENDE, A. V.; RABELO, F. H. S.; NOGUEIRA, D. A.; SENEDESE, S. S.; VIEIRA, P. F.; BERNARDES, C. L.; CARVALHO, A. Silagens de

milho inoculadas microbiologicamente em diferentes estádios de maturidade: perdas fermentativas, composição bromatológica e digestibilidade *in vitro*. **Ciência Rural**, v.44, n.2, p.368-373, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-84782014000200028>>. Acesso em: 23 jan. 2023.

REZENDE, A. V.; GASTALDELLO JUNIOR, A. L.; VALERIANO, A. R.; CASALI, A. O.; MEDEIROS, L. T.; RODRIGUES, R. Uso de diferentes aditivos em silagem de capim-elefante. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.1, p.281-287, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000100040>>. Acesso em: 2 dez. 2023.

RODRIGUES, P. H. M.; PEDROSO, S. B. G.; MELOTTI, L.; ANDRADE, S. J. T.; LIMA, F. R. Composição bromatológica e perfil fermentativo da silagem de capim-elefante obtida em diferentes tipos de silos experimentais e no silo tipo trincheira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.2386-2392, 2002a. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000900030>>. Acesso em: 23 jan. 2023.

RODRIGUES, P. H. M.; PEDROSO, S. B. G.; MELOTTI, L.; ANDRADE, S. J. T.; LIMA, F. R. Estudo comparativo de diferentes tipos de silos sobre a composição bromatológica e perfil fermentativo da silagem de milho. **Acta Scientiarum**, v.24, n.4 p. 1127-1132, 2002b. Disponível em: <<https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v24i0.2579>>. Acesso em: 19 fev. 2023.

SCHMIDT, P.; ROSSI JUNIOR, P.; TOLEDO, L. M.; NUSSIO, L. G.; ALBUQUERQUE, D. S.; MEDURI, B. Perdas fermentativas e composição bromatológica da entrecasca de palmito pupunha ensilada com aditivos químicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.2, p.262-267, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000200005>>. Acesso em: 10 fev. 2023.

SEVERO, I. K.; MÜLLER, S. S.; MISSIO, R. L.; ELEJALDE, D. A. G.; RIEGER, R. D.; MORAES, G. K. Silagem de milho colhida com diferentes alturas e adição de inoculante microbiano e enzimático. **Revista de Ciências Agrárias**, v.63, p.1-7, 2020. Disponível em: <<http://repositorio.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/1578>>. Acesso em: 25 jul. 2023.

VELHO, J. P.; MÜHLBACH, P. R. F.; GENRO, T. C. M.; SANCHEZ, L. M. B.; NÖRNBERG, J. L.; ORQIS, M. G.; FALKENBERG, J. R. Alterações bromatológicas nas silagens de milho submetidas a crescentes tempos de exposição ao ar após “desensilagem”. **Ciência Rural**, v.36, n.3, p.916-923, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-84782006000300029>>. Acesso em: 02 ago. 2023.