

# SILOS EXPERIMENTAIS E A COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DE SILAGEM DE MILHO E SORGO

*EXPERIMENTAL SILOS AND THE CHEMICAL COMPOSITION OF CORN  
AND SORGHUM SILAGE*

Sidney Ortiz<sup>I</sup> 

Thomas Newton Martin<sup>II</sup> 

Fernando Sintra Fulaneti<sup>III</sup> 

Victoria Chaves Valdovino<sup>IV</sup> 

<sup>I</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Dois Vizinhos, PR, Brasil. Mestre em Zootecnia. E-mail: ortizsidney@yahoo.com.br

<sup>II</sup> Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil. Doutor em Produção Vegetal. Professor Pesquisador no Programa de Pós Graduação em Agronomia. E-mail: martin.ufsm@gmail.com

<sup>III</sup> Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil. Pós Graduando em Agronomia. E-mail: fernandosintrafulaneti@gmail.com

<sup>IV</sup> Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil. Graduanda em agronomia. E-mail: victoria.valdovino2@gmail.com

**Resumo:** Objetivou-se, com o presente estudo, testar diferentes tipos, formas e volumes de silos experimentais na produção de silagem de milho e sorgo, para as principais características bromatológicas, matéria seca e concentração de nutrientes no tecido ensilado. O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, no Campus Dois Vizinhos no período entre dezembro de 2008 a junho de 2009. Os silos experimentais testados em ambas as culturas foram: baldes plásticos rígidos, com capacidade para 3 L e 15 L; canos de PVC de diferentes comprimentos e diâmetros, contendo ou não uma base com areia para armazenamento de efluentes; sacolas de plástico flexível com capacidade para 5 kg e 10 kg; e garrafas PET, com capacidade para 2 L. As características avaliadas 60 dias após a ensilagem foram: matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, extrato etéreo, matéria mineral, energia líquida de lactação, nutrientes digestíveis totais, teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio no tecido vegetal. Também foram estimados os valores de ingestão de matéria seca, energia líquida de lactação e nutrientes digestíveis totais. Como resultados, verificou-se que o tipo de microsilos experimental não interfere nas características bromatológicas e teores de nutrientes, apenas o teor de matéria seca foi diferente entre os microsilos, para as culturas do milho e sorgo.

**Palavras-chaves:** Forragem conservada. *L. moench*. *Sorghum bicolor*. Técnica experimental. *Zea mays*. *L.*



DOI: <https://doi.org/10.31512/vivencias.v17i33.462>

Submissão: 04-03-2021

Aceite: 30-04-2021

**Abstract:** The experiment aimed to test various types, shapes and volumes of experimental silos in the production of silage corn and sorghum, for the chemical variables of conservation of ensiled material, dry matter and concentration of nutrients in tissue ensiled. The experiment was conducted at experimental area of the Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, in the period from December 2008 to June 2009. The experimental silos tested in both cultures were: buckets of rigid plastic with a different capacity for 3 L and 15 L; pipes of PVC lengths and diameters variables, with or without a sand base for storage of waste; flexible plastic bags with



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

a capacity to 5 kg and 10 kg; and PET bottles with a capacity of 2 L, a total of thirteen experimental silos. The chemical characteristics was evaluated 60 days after ensilage available were: dry matter, crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber ether extract, mineral matter, net energy of lactation, total digestible nutrients, levels of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium in plant tissue. Were also estimated values of dry matter intake, net energy of lactation and total digestible nutrients. As a result, it was found that type of experimental microsilos not affect the nutritional value and nutrient content characteristics, only the content of dry matter was different between the microsilos for maize and sorghum.

**Keywords:** Conserved forage. Experimental technique. L., moench. Sorghum bicolor. Zea mays. L.

## Introdução

As culturas do milho e do sorgo são comumente utilizadas pelos produtores para produção de silagem, gerando interesse por parte da pesquisa científica na realização de estudos investigativo como forragens conservadas. A partir do corte da forrageira, a silagem recebe interferências de ordem física, química e biológica, que resultarão na qualidade da forragem produzida.

Os temas de pesquisa que envolvem as culturas de milho e sorgo relacionam-se à identificação de genótipos adequados para a produção de silagem (CARVALHO *et al.*, 2016), modelagem e estimação de produtividade (SILVA *et al.*, 2015), nutrição (KHOSRAVI *et al.*, 2018), altura de corte (REZENDE *et al.*, 2015), época de corte (DE SOUZA *et al.*, 2017), época de semeadura (MENDES *et al.*, 2015), densidade populacional (HADDADI e MOHSENI, 2016), métodos de conservação (MACÊDO *et al.*, 2017), dentre outras.

Dessa forma, a utilização de silos experimentais de tamanho comercial torna-se inviável, sendo necessário estudos que indiquem alternativas viáveis que não alterem a conservação dos materiais ensilado e permitam os mais diferentes estudos. No que diz respeito a conservação, esta depende da fermentação natural dos açúcares em ácidos, principalmente do ácido lático e acético, que é utilizado por bactérias lácticas homo e heterofermentativas sob condições de anaerobiose (HENDERSON, 1993).

Em propriedades rurais, essa conservação é realizada em diversos tipos de silos (DOS SANTOS *et al.*, 2013), pois falhas pode comprometer qualidade nutricional da silagem e podendo se torna inviável para consumo animal. São muitos os fatores que atuam sobre a qualidade da silagem, o que torna impossível os estudos em silos em tamanho convencional, optando-se então por silos em tamanho reduzido como os apresentados por NI *et al.* (2018) que, em média, ocupam um volume de 190 m<sup>3</sup> (VIEIRA *et al.*, 2011). Avaliar a silagem de diferentes forrageiras a campo é difícil, devido à utilização de um volume grande de material ensilado, mão de obra e máquinas apropriadas, além de apresentar um maior custo.

Dessa forma, diversos estudos possuem metodologias próprias para avaliação das silagens produzidas. Por meio dos silos laboratoriais, tem-se facilidade de manipulação e espera-se que as

fermentações sejam semelhantes aos dos silos no campo. Como o volume de material ensilado é pequeno, esses experimentos apresentam custos inferiores em relação aos silos comercialmente utilizados, proporcionando maior número de repetições (PERKINS e PRATT, 1951). Dessa forma, as metodologias utilizadas devem ser precisas, padronizadas e específicas. Além disso, a quantificação de forma exata depende da coleta das amostras que representem à condição do armazenamento.

Apesar dos silos experimentais reproduzirem as condições de campo, existem situações em que os resultados obtidos não são os mesmos observados em silos convencionais (HARGREAVES *et al.*, 1986; NEUMANN *et al.*, 2007). O grau de estabilização é obtido com maior rapidez nos silos experimentais que nos comerciais, já que as condições para que ocorra o processo de fermentação anaeróbica se dá em menor tempo alterando os resultados. No Brasil, foram realizados poucos experimentos (PEDROSO *et al.*, 2014; BUENO *et al.*, 2020; MARTIN *et al.*, 2012; TAVARES *et al.*, 2009; TAVARES *et al.*, 2019; OLIVEIRA *et al.*, 2011; BUSO *et al.*, 2018; CRUZ *et al.*, 2019; NEUMANN *et al.*, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2013; MOMBACH *et al.*, 2019) buscando estudar os microsilos experimentais utilizados para avaliação da silagem que se aproxime das condições de campo.

Vários estudos utilizam e descrevem silos experimentais inovadores e criativos, dentre eles PVC 50 x 10 cm equipado com válvula de bunsen (TAVARES *et al.*, 2009), sacos plásticos duplos, sobrepostos com capacidade de 20 L, envolvidos com sacos de rafia (SENGER *et al.*, 2005), baldes plásticos de 252 mm de altura e 245 mm de diâmetro, com 12 L de capacidade (BORGATTI *et al.*, 2012), e saco plástico de 41 cm de largura, 65 cm de altura e 180 micras de espessura (BERTONCELLI *et al.*, 2017). Porém, outros estudos a descrição dos microsilos é apenas parcial como nos estudos de (MUNIZ *et al.*, 2012) e, em outros casos, a descrição não está presente (PINTO *et al.*, 2010).

Dessa forma, a diversidade de metodologias utilizadas proporciona condições da formulação de hipóteses a respeito da viabilidade das diversas metodologias utilizadas. A partir disso, objetivou-se testar diversos tipos, formas e volumes de microsilos experimentais na produção de silagem de milho e sorgo, para as principais variáveis bromatológicas, teores de matéria seca e teores de nutrientes no material ensilado.

## Metodologia

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, no Campus Dois Vizinhos, no período entre dezembro e junho de 2009. Na região compreendida como terceiro planalto paranaense, com altitude de 520 m, latitude de 25°44" Sul e longitude de 53°04" Oeste, sendo o clima do tipo subtropical úmido mesotérmico (Cfa), segundo a classificação de Köppen descrito por (ALVARES *et al.*, 2013). O solo pertence à Unidade de mapeamento NITOSSOLO VERMELHO distroférico úmbrico, textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia, relevo ondulado (SANTOS *et al.*, 2018).

O genótipo de milho utilizado foi o P30F35 e o de sorgo foi o BRS655, ambos fornecidos pela EMBRAPA (Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG). A semeadura do híbrido de milho foi realizada no dia 09 de janeiro, com uma densidade de 5 plantas m<sup>-2</sup>, com fileiras distanciadas 90 cm entre si. A semeadura dos genótipos de sorgo foi realizada no dia 05 de fevereiro, com a densidade de semeadura de 10 plantas m<sup>-2</sup>. A quantidade de nutriente fornecido na adubação de base foi de 30 kg de N ha<sup>-1</sup>, 60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> e 60 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, sendo realizada anteriormente a semeadura.

A adubação de cobertura foi 100 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio sendo utilizado como fonte utilizou-se a uréia 45% de N, aplicada no estágio fenológico de 4 a 6 folhas da cultura do milho e do sorgo. O controle de plantas daninhas na cultura do milho foi realizado com aplicações do herbicida Antrazina (6-cloro-N<sup>2</sup>-etil-isopropil-1,3,5 - triazina-2,4 - diamina) na dosagem 5 L ha<sup>-1</sup> de calda no dia 30 de janeiro de 2009. No sorgo, foi utilizado o mesmo herbicida para o controle das plantas daninhas na dosagem 5 L ha<sup>-1</sup> de calda, aplicado no dia 27 de fevereiro de 2009. A aplicação de inseticida foi realizada apenas nos genótipo de milho no dia 25 de janeiro de 2009 com o inseticida Lanate (((S-metil-N(metilcarbamoil)-oxi)- tioacetimidato) Methomyl) na dosagem 0,3 L ha<sup>-1</sup>.

O milho foi ensilado no dia 18 do mês de abril de 2009, quando apresentava estágio de 50% “da linha do leite”. Já o sorgo foi ensilado no dia 16 de maio do mesmo ano, quando a matéria seca estava entre 30 a 33%. Após o corte, o milho e o sorgo foram triturados em ensiladeira (marca JF90 e modelo Z10) em tamanho de partículas de um a dois cm e compactados nos silos experimentais, com pressão de compactação de 550 kg m<sup>-3</sup> para todos os tratamentos. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições e treze tratamentos, para as duas culturas estudadas independentemente.

Os microsilos experimentais testados em ambas as culturas foram: (i) silo confeccionado em baldes plásticos rígidos, com capacidade para 15 L; (ii) silo confeccionado em baldes plásticos rígidos com capacidade para 3 L; (iii) silo confeccionado em PVC (500 mm de comprimento e 150 mm de diâmetro); (iv) silo confeccionado em PVC (500 mm de comprimento e 150 mm de diâmetro, contendo 450 g de areia esterilizada no compartimento inferior, separado por tela de náilon; (v) silo confeccionado em PVC (500 mm de comprimento e 100 mm de diâmetro; (vi) silo confeccionado em PVC (500 mm de comprimento e 100 mm de diâmetro, contendo 350 g de areia esterilizada no compartimento inferior, separado por tela de náilon; (vii) silo confeccionado em PVC (250 mm de comprimento e 150 mm de diâmetro; (viii) silo confeccionado em PVC (250 mm de comprimento e 150 mm de diâmetro, contendo 450 g de areia esterilizada no compartimento inferior, separado por tela de náilon; (ix) silo confeccionado em PVC (250 mm de comprimento e 100 mm de diâmetro; (x) silo confeccionado em PVC (250 mm de comprimento e 100 mm de diâmetro, contendo 350 g de areia esterilizada no compartimento inferior, separado por tela de náilon); (xi) silo confeccionado em sacolas em plástico flexível com capacidade para 10 kg; (xii) silo confeccionado em sacolas em plástico flexível com capacidade para 5 kg; (xiii) silo confeccionado em garrafas de refrigerante tipo PET, com capacidade para 2 L.

A abertura dos silos experimentais foi realizada no dia 20 (silos de sorgo) e 28 (silos de milho) do mês julho de 2009, totalizando 67 e 102 dias de ensilagem, respectivamente. As análises de matéria seca (MS, %), proteína bruta (PB, %), fibra em detergente neutro (FDN, %), fibra em detergente ácido (FDA, %) extrato etéreo (EE, %), matéria mineral (MM, %) foram realizadas conforme procedimentos descritos por (SILVA e QUEIROZ, 2002).

A estimativa de energia líquida de lactação (ELL, kcal kg<sup>-1</sup>) e nutrientes digestíveis totais (NDT, %) foi realizada segundo NRC (1989). Os teores de nitrogênio (N, %), fósforo (P, %), potássio (K, %), cálcio (Ca, %) e magnésio (Mg, %) foram realizados conforme (TEDESCO *et al.*, 1995). As análises bromatológicas foram realizadas no laboratório de bromatologia da UTFPR (Campus Dois Vizinhos) e as análises do conteúdo mineral foram realizadas no laboratório de solos da UTFPR (Campus Pato Branco). As análises estatísticas (pressupostos do modelo matemático, análise de variância e teste de comparação de médias – Duncan) foram realizadas (individualmente para os experimentos com a cultura do milho e sorgo) pelo software Genes, (CRUZ, 2006) a 5% de probabilidade de erro.

## Resultados e discussões

No momento da abertura dos silos experimentais (60 dias após a ensilagem), não foram verificadas alterações na temperatura, pH ou presença de contaminantes nas silagens confeccionadas de ambas as culturas. Os pressupostos do modelo matemático (normalidade, homogeneidade de variância e independência dos erros) para o delineamento inteiramente casualizado não foram violados, garantido assim qualidade as análises de variância bem como interpretação das hipóteses da análise de variância.

A partir da análise de variância verificou-se que, para a maioria das variáveis, não se obteve alteração nas características avaliadas em função dos diferentes tipos de microsilos utilizados. Porém, para o caractere percentual de matéria seca verificou-se que o tipo de silo altera os resultados obtidos (Tabela 1).

Os teores de PB variaram de 6,26 a 10,02 % para silagem de milho e de 5,14 a 7,63% para silagem de sorgo. Estes valores foram similares aos relatados por Tavares *et al.* (2019), que, avaliando silagem de milho com dois períodos de corte encontraram valor ente 8,9 a 9,6 % de PB. Valores semelhantes também foram observados por Kaplan *et al.* (2017), avaliando 41 genótipos de sorgo encontrando valores entre 3,44 a 7,03% de PB.

Apesar de existir uma variabilidade natural na característica de PB entre genótipos e entre manejos na cultura do milho e sorgo, as variações são pouco perceptíveis devido essa característica possuir uma resistência natural a mudanças. Em estudos avaliando a fração de panícula (sorgo) e espiga (milho) nos teores de proteína, os mesmos autores verificaram que esses variaram de 3,22% a 9,93% (sorgo) e de 4,82% a 7,72% (milho), destacando que a amplitude de variação é grande quando se tem diferentes frações constituindo a silagem.

Observa-se que os teores médios de FDN e FDA não apresentaram diferença para as silagens dos silos experimentais avaliados. Os teores de FDN e FDA apresentaram

respectivamente, médios de 58,50 e 24,50% para silagem de milho e para silagem de sorgo de 56,68 e 32,39%. Estes valores são inferiores aos citados por Neumann *et al.* (2019), avaliando parâmetros bromatológicos de silagens de milho com doses de nitrogênio, 175,5 e 225,5 kg ha<sup>-1</sup> onde variou de 58,65 e 62,98 % (FDN), 25,93 e 30,05 % (FDA).

**Tabela 1-** Estatísticas de posição, dispersão e intervalo de confiança para a média (IC) para a silagem de milho e sorgo confeccionadas em diferentes tipos de microsilos, Dois Vizinhos-PR, 2009

Frações	Milho							
	Média	Mínimo	Máximo	CV	IC (95%)		IC (99%)	
					LI*	LS	LI	LS
MS	33,97 <sup>#</sup>	29,43	36,70	3,06	33,21	34,66	33,08	34,86
PB	8,25 <sup>ns</sup>	6,26	10,02	13,36	7,76	8,69	7,68	8,82
FDN	58,50 <sup>ns</sup>	48,86	68,70	11,79	55,90	60,85	55,44	61,56
FDA	24,50 <sup>ns</sup>	21,03	29,83	8,11	23,40	25,49	23,20	25,79
EE	2,41 <sup>ns</sup>	1,39	3,49	20,08	2,14	2,64	2,10	2,71
MM	3,84 <sup>ns</sup>	3,06	5,19	14,74	3,61	4,05	3,57	4,11
ELL	0,74 <sup>ns</sup>	0,67	0,78	3,27	0,73	0,75	0,72	0,76
NDT	70,71 <sup>ns</sup>	67,19	72,99	1,85	69,99	71,36	69,86	71,56
N	1,10 <sup>ns</sup>	0,69	2,16	32,13	0,96	1,23	0,94	1,27
P	1,13 <sup>ns</sup>	0,77	1,46	15,02	1,06	1,19	1,05	1,21
K	0,81 <sup>ns</sup>	0,62	1,32	25,24	0,73	0,90	0,71	0,92
Ca	0,95 <sup>ns</sup>	0,25	6,60	15,21	0,32	1,53	0,21	1,70
Mg	0,26 <sup>ns</sup>	0,13	0,35	17,75	0,24	0,28	0,24	0,29
Sorgo								
MS	30,33 <sup>#</sup>	26,39	33,73	3,56	29,35	31,22	29,18	31,48
PB	6,28 <sup>ns</sup>	5,14	7,63	11,40	5,99	6,54	5,94	6,62
FDN	56,68 <sup>ns</sup>	50,25	70,51	8,61	54,75	58,42	54,41	58,95
FDA	32,39 <sup>ns</sup>	28,47	36,62	6,75	31,47	33,23	31,31	33,48
EE	2,02 <sup>ns</sup>	1,36	2,59	19,13	1,88	2,15	1,85	2,19
MM	3,74 <sup>ns</sup>	2,93	4,78	14,41	3,53	3,94	3,49	4,00
ELL	0,64 <sup>ns</sup>	0,59	0,69	4,18	0,63	0,65	0,63	0,66
NDT	65,51 <sup>ns</sup>	62,72	68,09	2,20	64,90	66,06	64,79	66,22
N	1,26 <sup>ns</sup>	0,54	1,85	17,95	1,14	1,37	1,12	1,40
P	1,73 <sup>ns</sup>	1,35	2,04	10,00	1,65	1,81	1,63	1,84
K	0,70 <sup>ns</sup>	0,48	1,18	21,09	0,62	0,77	0,61	0,79

Ca	0,40 <sup>ns</sup>	0,23	0,68	26,27	0,35	0,44	0,35	0,45
Mg	0,30 <sup>ns</sup>	0,21	0,40	15,64	0,28	0,32	0,28	0,33

\* LI e LS: limite inferior e superior, respectivamente. Matéria seca (MS, %), proteína bruta (PB, %), fibra em detergente neutro (FDN, %), fibra em detergente ácido (FDA, %), extrato etéreo (EE, %), matéria mineral (MM, %), energia líquida (ELL, kcal/lb), teores de nitrogênio (N, %), nutrientes digestíveis totais (NDT, %), fósforo (P, %), potássio (K, %), cálcio (Ca, %) e magnésio (Mg, %). # e ns: significativo e não significativo pelo teste F da análise de variância.

Moraes *et al.* (2013), avaliando valor nutritivo de quatro híbridos de sorgo, encontraram valor entre 55,57 a 66,65% de (FDN) e 30,63 a 38,60% (FDA), sendo semelhante ao presente trabalho. Os teores dos componentes da parede celular indicam a digestibilidade da silagem, sendo observados no presente estudo valores semelhantes ao da literatura, verificando que os silos experimentais não afetam a qualidade das silagens (milho e sorgo).

Os teores médios de EE observados foram de 2,41% para silagem de milho e 2,02% para silagem de sorgo. Os teores médios MM para silagem milho foram 3,84% e para silagem de sorgo de 3,74%. Os teores médios de NDT foram de 70,71% (silagem de milho) e 65,51% (silagem de sorgo). Estes valores foram superior aos relatos por Sher *et al.* (2017), que três cultivares de sorgo forrageiro foram semeados sob três níveis de nitrogênio (0, 60 e 120 kg ha<sup>-1</sup>) usando três taxas de sementes, ou seja, 75, 100 e 125 kg ha<sup>-1</sup>, e obtendo uma variação do NDT de 41,3 a 51,1%.

Estes valores foram similares ao relatados por Zardin *et al.* (2017), em seu trabalho que utilizavam apenas silagem de milho como forma de volumoso em sua metanálise teve um valor médio de 66,79 % de NDT, sendo inferior ao presente estudo. Sendo que outro trabalho Oliveira *et al.* (2013), avaliando o valor nutricional de silagem de milho, observado valor médios de 67,02%, sendo inferior ao presente estudo.

Em alguns casos, existe certa variação dos dados apresentados na literatura e os dados verificados no presente experimento. Destaca-se que isso é perfeitamente admissível, pois o manejo experimental é capaz de alterar a constituição bromatológica do material ensilado, tanto de milho quanto de sorgo. Porém, no que diz respeito aos tratamentos aplicados, verifica-se que essa variação é mínima, não sendo capaz de causar variação estatística significativa e indicando que os microssilos possuem formas de conservação dos materiais similares para a silagem de ambas as culturas, para as características bromatológicas avaliadas.

Essa manutenção das características bromatológicas se deve a uma mesma taxa da troca gasosa entre o ambiente externo e interno do microssilo, que é bastante restrita (pois os dados experimentais estão dentro de uma faixa de aceitabilidade em relação aos dados citados pela literatura), bem como o desenvolvimento de bactérias lácticas em número e velocidade adequadas. Além disso, os microssilos estudados mantêm uma homogeneidade no material experimental no que diz respeito à contaminação por fungos (contaminação devido ao microssilo). A contaminação

não foi verificada o que indica que os materiais aos quais são feitos os microssilos é adequado, bem como o sistema de fechamento dos mesmos também não permite a contaminação da silagem que está no interior do microssilo.

Não houve diferença significativa para os teores de macronutrientes presentes nas silagens de ambas as culturas ( $p < 0,05$ ), o que indica que os diferentes microssilos experimentais não possuem a capacidade de alterar ou relacionar-se com os teores de nutrientes foliares. Para a silagem de milho, as variáveis N, P, K, Ca, Mg, apresentaram média para os tratamentos de 1,10% (N), 1,13% (P), 0,81% (K), 0,95% (Ca), 0,26% (Mg).

Já a silagem de sorgo apresentou valores médios para as variáveis de 1,26% (N), 1,73% (P), 0,70% (K), 0,40% (Ca), 0,30% (Mg). Melo, Nornberg e Rocha (2004), comparando níveis P, K, Ca e Mg de dois híbridos de milho e de sorgo. Ensilado em silos laboratoriais, obteve valores médios inferiores para as variáveis Ca= 0,17% (milho), 0,14% (sorgo), P= 0,10% (milho), 0,15% (sorgo), Mg= 0,20% (milho), 0,25% (sorgo), ao presente trabalho. Em relação aos níveis de K, obtido pelo mesmo autor, foi superior tanto para silagem de milho (1,02%) quanto para de sorgo (1,13%).

As concentrações de macronutrientes do material ensilado podem ser influenciadas pelo tipo de solo e pelos níveis de adubação realizada na cultura. Os teores de nutrientes em nível foliar são alterados devido ao manejo nutricional. Devido a isso, existe diferença entre os autores citados, contudo, a utilização de silos experimentais não altera a constituição dos tecidos vegetais, tanto do milho quanto do sorgo.

Para as culturas do milho e sorgo, os tipos de microssilos testados individualmente para cada cultura diferiram a 5% de probabilidade de erro (Tabela 2), o que indica que os diferentes microssilos experimentais alteram a relação de matéria seca.

Para silagem de milho o teor de MS variou de 29,43 a 36,70%, já para silagem de sorgo variou de 26,39 a 33,37%. O teor de MS ideal para silagem varia 30 e 35%, Van Soest (1994) evitando perdas de nutrientes por efluentes e processos biológicos. McDonald, Henderson e Heron (1991) afirmam que o teor de MS acima de 25%, desde que se tenha bons níveis carboidratos solúveis, é suficiente para produção de uma boa silagem. Segundo Kung e Shaver (2001), para o processo fermentativo ser comprometido e os valores de pH serem elevados ( $pH > 4,4$ ), é necessário que a MS da forrageira ensilada seja superior a 50%. A variabilidade dos valores de MS é inerente ao híbrido que é utilizado. Estudos como o de Pinto *et al.* (2010), destacam valores de MS variando de 33,2% até 38,2%, testando 12 híbridos comerciais de milho, em que se verifica que em média os valores apresentados nesse estudo estão dentro de uma faixa destacada pela literatura.

**Tabela 2-** Médias da matéria seca de milho e sorgo obtidas nos divergentes tipos de silo experimental, Dois Vizinhos – PR, 2009

Microsilo experimental	Milho	Sorgo
Baldes plásticos rígidos (15 L)	34,65 abc*	31,84 ab
Baldes plásticos rígidos (3 L)	33,25 bc	32,11 ab
PVC (500 x 150) s.a.**	32,54 c	32,86 a
PVC (500 x 150) c.a.	33,42 abc	33,03 a
PVC (500 x 100) s.a.	34,45 abc	29,15 cd
PVC (500 x 100) c.a.	33,88 abc	28,58 cd
PVC (250 x 150) s.a.	35,93 a	30,54 abc
PVC (250 x 150) c.a.	35,91 a	29,72 bcd
PVC (250 x 100) s.a.	30,04 d	27,96 d
PVC (250 x 100) c.a.	33,22 c	27,25 d
Sacola Plástica (10 kg)	34,89 abc	30,98 adc
Sacola Plástica (5 kg)	35,75 ab	27,26 d
Garafa PET (2L)	33,66 abc	32,98 a

\*médias não seguidas pela mesma letra diferem a 5% de probabilidade de erro pelo teste Duncan. \*\*s.a.: sem areia; c.a.: com areia.

Para silagem de milho, os tratamentos silo confeccionado em PVC 250 mm de comprimento e 150 mm de diâmetro (35,93%) sem areia, silo confeccionado em PVC 250 mm de comprimento e 150 mm de diâmetro, contendo areia esterilizada no compartimento inferior, separado por tela de náilon (35,91%), silo confeccionado em sacolas em plástico flexível com capacidade para 5 kg (35,75%), silo confeccionado em sacolas em plástico flexível com capacidade para 10 kg (34,89%), silo confeccionado em baldes plásticos rígidos, com capacidade para 15 L (34,65%), silo confeccionado em PVC 500 mm de comprimento e 150 mm de diâmetro (33,42%) com areia, silo confeccionado em PVC 500 mm de comprimento e 100 mm de diâmetro (34,45%) sem areia, silo confeccionado em PVC (500 mm de comprimento e 100 mm de diâmetro), contendo areia esterilizada no compartimento inferior (33,88%), separado por tela de náilon e garrafa PET 2 L apresentaram maiores teores de MS.

Em relação aos demais tratamentos, existe uma indicação de que os menores silos (PVC (250 x 100, c.a e c.a) e baldes plásticos rígidos com capacidade de 3 L) apresentam maiores dificuldades de compactação, o que pode acarretar na alteração da matéria seca obtidas em tais silos. Porém, observa-se uma exceção que é o PVC (500 x 150 s.a.) que é um dos microsilos experimentais com um dos maiores volumes e o de Garrafa PET 2L que é um dos que possui menores volumes mas maiores resultados de MS.

Para a silagem de sorgo, os tratamentos silo confeccionado em PVC 500 mm de comprimento e 150 mm de diâmetro, contendo areia esterilizada no compartimento inferior, separado por tela de náilon (33,03%), silo confeccionado em garrafas de refrigerante tipo PET, com capacidade para 2 L (32,98%), silo confeccionado em PVC 500 mm de comprimento e 150 mm de diâmetro (32,86%), silo confeccionado em baldes plásticos rígidos com capacidade para 3 L (32,11%), silo confeccionado em baldes plásticos rígidos, com capacidade para 15

L (31,84%), silo confeccionado em sacolas em plástico flexível com capacidade para 10 kg (30,98%) e cano de PVC (205 x 150 s.a.) (30,54%) apresentaram os maiores teores de MS.

Rodrigues *et al.* (2002), comparando silos experimentais confeccionados em sacola plástica, balde plásticos, manilhas de concreto em duas densidade de compactação (400 e 600 kg de silagem m<sup>-3</sup>) e silo comercial tipo trincheira (700 kg de silagem m<sup>-3</sup>), para avaliação de silagem de milho, obteve resultados inferiores em relação à MS, nas densidade de compactação, apresentando os respectivos valores, sacola plástica 400 kg m<sup>-3</sup> = 28,1%, 600 kg m<sup>-3</sup> = 25,8%, balde plástico, 400 kg m<sup>-3</sup> = 25,8%, 600 kg m<sup>-3</sup> = 25,7%, manilhas de concreto 400 kg m<sup>-3</sup> = 25,6%, 600 kg m<sup>-3</sup> = 24,3%, silo comercial 700 kg m<sup>-3</sup> = 27,7%.

Já Silva *et al.* (2006), comparando MS de híbrido de milho e de sorgo ensilados em microsilos de PVC 400 X 100 mm, obtiveram teor semelhante a média dos tratamentos para a cultura do milho, obtendo 30,33% e teor inferior para sorgo, onde observaram 25,38%. Neumann *et al.* (2007), comparando a MS de silagem de milho em silos semitrincheira e microsilos de PVC 500 X 100 mm, observou que os diferentes silos avaliados não diferiram entre si.

Neumann *et al.*, (2005), avaliando o efeito do tamanho do tipo de silo sobre o valor nutritivo de silagem de sorgo, obtiveram resultados semelhantes à média dos tratamentos, obtendo valores médios de 35,85% para silo superficial e 35,12% para silo de PVC (45cm X 10 cm). As diferenças de MS entre os diferentes silos experimentais podem estar relacionadas à presença do compartimento para escoamento de efluentes, expansão dos silos (sacolas plásticas), perdas por meio de gases e o vazamento de efluentes. Xiccato *et al.* (1994), relatam que as perdas por efluentes são pequenas, quando a MS da forragem é superior a 25%, e sua produção virtualmente cessa com 29% de MS. Desse modo, a presença de efluentes dentro dos silos podem alterar o conteúdo de MS, além dos processos fermentativos. Os silos experimentais confeccionados em PVC apresentam facilidade durante a compactação e desensilagem, além de serem reutilizáveis, mas apresentam custo de fabricação superior aos demais. Silos confeccionados em baldes plásticos apresentam dificuldade na compactação e também possuem custo menos acessível.

Silos confeccionados em sacolas plásticas possuem baixo custo para sua fabricação, mas apresentam dificuldades para compactar, além de não serem reutilizáveis podendo poluir o ambiente. Silos confeccionados em garrafas PET apresentam o menor custo de fabricação, além da facilidade nos processos de compactação e desensilagem, tanto para cultura do milho, como para cultura do sorgo e o silo experimental deve apresentar baixo custo aliado a manutenção da qualidade do material ensilado.

### **Considerações finais**

Os diferentes tipos de silos experimentais permitem conservação semelhante no que diz respeito às características bromatológicas e os teores de nutrientes no tecido vegetal para milho e

sorgo. Porém, para o teor de matéria seca verifica-se que os diferentes tipos de microssilos alteram essa característica, devendo-se priorizar os microssilos com maiores volumes.

## Referências

ALVARES, Clayton Alcarde *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil.

**Meteorologische Zeitschrift**, Piracicaba, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>. Acesso em: 17 fev. 2021.

BERTONCELLI, Patricia *et al.* O manejo de inverno e inoculação de sementes influenciam na produtividade e qualidade da silagem de milho sob sistema plantio direto. *Ceres*, Viçosa, v. 64, n. 5, p. 523-531, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737x201764050010>. Acesso em: 15 fev. 2021.

BORGATTI, Laura Maria Oliveira *et al.* Evaluation of relative biological efficiency of additives in sugarcane ensiling. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 41, n. 4, p. 835-845, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000400003>. Acesso em: 17 fev. 2021.

BUENO, Jonatas Lopes *et al.* Storage length interacts with maturity to affect nutrient availability in unprocessed flint corn silage. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 49, e20190247, p. 1-13, 2020. DOI: <https://doi.org/10.37496/rbz4920190247>. Acesso em: 20 dez. 2020.

BUSO, Wilian Henrique Dini *et al.* Produção e composição bromatológica da silagem de híbridos de milho sob duas alturas de corte. **Journal of Neotropical Agriculture**, Cassilândia, v. 5, n. 4, p. 74-80, 2018. DOI: <https://doi.org/10.32404/rean.v5i4.2682>. Acesso em: 16 fev. 2021.

CARVALHO, Walkíria Guimarães *et al.* Silage quality of corn and sorghum added with forage peanuts. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 29, n. 2, p. 465-472, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252016v29n224rc>. Acesso em: 28 dez. 2020.

CRUZ, Cosme Damião. **Programa Genes**: Estatística experimental e matrizes. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006.

CRUZ, Sarah Soares *et al.* Teor proteico e mineral das silagens de sorgo consorciadas com gramíneas aditivadas com ureia. **Archivos de Zootecnia**, Marabá, v. 68, n. 262, p. 252-258, 2019. DOI: <https://doi.org/10.21071/az.v68i262.4144>. Acesso em: 23 dez. 2020.

DE SOUZA, Michel Pereira *et al.* Composição morfológica da planta de híbridos de milho convencionais e transgênicos (bt). **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 13, n. 1, p. 3-58, 2017. DOI: <https://doi.org/10.30969/ACSA.V13I1.830>. Acesso em: 29 dez. 2020.

DOS SANTOS, Silvia Ferrreira *et al.* Principais tipos de silos e microrganismos envolvidos no processo de ensilagem. **Veterinária Notícias**, Uberlândia, v. 19, n. 2, p. 140-152, 2013. DOI: <http://www.seer.ufu.br/index.php/vetnot/article/view/23491>. Acesso em: 30 nov. 2020.

HADDADI, Hossein Haddadi; MOHSENI, Masoud. Plant Density Effect on Silage Yield of Maize Cultivars. **Journal of Agricultural Science**, v. 8, n. 4, p. 186-191, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5539/jas.v8n4p186>. Acesso em: 29 dez. 2020.

HARGREAVES, Antonio; Butendieck, Norberto; Hiriart, Mauricio. Comparacion de silos experimentales para la investigacion de ensilajes. **Agricultura Técnica**, Chile, v.45, n.2, p.185-191, 1986. DOI: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/31227>. Acesso em: 20 jan. 2021.

HENDERSON, Nancy. Silage additives. **Animal Feed Science and Technology**, Edinburgh, v. 45, n. 1, p. 35-56, 1993. DOI: [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(93\)90070-Z](https://doi.org/10.1016/0377-8401(93)90070-Z). Acesso em: 20 fev. 2021.

KAPLAN, Mahmut *et al.* GT Biplot Analysis for Silage Potential, Nutritive Value, Gas and Methane Production of Stay-Green Grain Sorghum Shoots. **International Journal of Agriculture and Natural Resources**, Santiago, v. 44, n. 3, p. 230-238, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.7764/rcia.v44i3.1802>. Acesso em: 11 fev.2021.

KHOSRAVI, Maysam *et al.* Total replacement of corn silage with sorghum silage improves milk fatty acid profile and antioxidant capacity of holstein dairy cows. **Journal of dairy science**, Karaj, v. 101, n. 12, p. 10953-10961, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14350>. Acesso em: 29 dez. 2020.

MACÊDO, Alberto Jefferson *et al.* Microbiologia de silagens: Revisão de Literatura. **Revista Eletrônica de Veterinária**, Málaga, v. 18, n. 9, p. 1-11, 2017. DOI: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63653009020>. Acesso em: 30 dez. 2020.

MARTIN, Thomas Newton *et al.* Bromatological characterization of maize genotypes for silage. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 34, n. 4, p. 363-370, 2012. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v34i4.15271>. Acesso em: 15 fev. 2021.

MENDES, Marcelo Cruz *et al.* Época de semeadura de híbridos de milho forrageiro colhidos em diferentes estádios de maturação. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 9, n. 2, p. 136-142, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v9i2.2316>. Acesso em: 16 dez. 2020.

MOMBACH, Mircéia Angele *et al.* Silage of rehydrated corn grain. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, Belo Horizonte, v. 71, n. 3, p. 959-966, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9676>. Acesso em: 14 fev. 2021.

MUNIZ, Elaine Barbosa *et al.* Cinética ruminal da fração fibrosa de volumosos para ruminantes. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 3, p. 604-610, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902012000300025>. Acesso em: 16 fev. 2021.

NEUMANN, Mikael *et al.* Avaliação de doses crescentes de nitrogênio em cobertura em milho para silagem. **Agrarian**, Dourados, v.12, n. 44, p. 156-164, 2019. <https://doi.org/10.30612/agrarian.v12i44.7195>. Acesso em: 20 fev. 2021.

NEUMANN, Mikael *et al.* Características da fermentação da silagem obtida em diferentes tipos de silos sob efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 37, n. 3, p. 847-854, 2007. Acesso em: 23 dez. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782007000300038>. Acesso em: 15 fev. 2021.

NI, Kuikui *et al.* Assessing the fermentation quality and microbial community of the mixed silage of forage soybean with crop corn or sorghum. **Bioresource technology**, Beijing, v.265, p.563-567, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.05.097>. Acesso em: 19 fev. 2021.

OLIVEIRA, Fábio Cortez Leite *et al.* Produtividade e valor nutricional da silagem de híbridos de milho em diferentes alturas de colheita. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 40, n. 4, p. 720-727, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000400004>. Acesso em: 13 fev. 2021.

PEDROSO, André de Faria *et al.* Evaluation of sugarcane laboratory ensiling and analysis techniques. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 43, n. 4, p. 169-174, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982014000400002>. Acesso em: 29 dez. 2020.

PERKINS, A. E; A. D. PRATT. A laboratory silo and its uses. **Journal of Dairy Science**, Wooster, v. 34, n. 6, p. 606-614, 1951. DOI: [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(51\)91752-3](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(51)91752-3). Acesso em: 21 dez. 2021.

PINTO, *Andréa Pereira et al.* Avaliação de doze cultivares de milho (*Zea mays* L.) para silagem. **Semina. Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 1071-1078, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2010v31n4p1071>. Acesso em: 13 fev. 2021.

REZENDE, Aداuton Vilela *et al.* Características agrônômicas, bromatológicas e econômicas de alturas de corte para ensilagem da cultura do milho. **Semina-ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 2, p. 961-970, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n2p961>. Acesso em: 29 dez. 2020.

RODRIGUES, Paulo Henrique Mazza *et al.* Estudo comparativo de diferentes tipos de silos sobre a composição bromatológica e perfil fermentativo da silagem de milho. *Acta Scientiarum*. **Animal Sciences**, Maringá, v. 24, n. 4, p. 1127-1132, 2002. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v24i0.2579>. Acesso em: 21 fev. 2021.

SANTOS, H. G. *et al.* Sistema Brasileiro de Classificação de solos. Brasília: Embrapa, 2018.

SILVA, Dirceu Jorge; QUEIROZ, Augusto César. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002.

---

SILVA, Marciela Rodrigues *et al.* Estimativas da necessidade de nitrogênio para produção de grãos e silagem de milho. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 28, n. 3, p. 12-24, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252015v28n302rc>. Acesso em: 17 fev. 2021.

TAVARES, *Queila Gouveia et al.* Avaliação nutricional das silagens de milho e sorgo inoculadas com *Lactobacillus plantarum*. **PUBVET**, Maringá, v. 14, n. 3, p. 139, 2019. DOI: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v14n3a536.1-9>. Acesso em: 13 fev. 2021.

TAVARES, Valdir Botega *et al.* Effects of different compaction degrees, inclusion of absorbent additive and wilting on the chemical composition of Tanzania grass silages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 1, p. 40-49, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000100006>. Acesso em: 13 fev. 2021.

TEDESCO, Marino José *et al.* **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1995. (Boletim n. 5).