

Misturas de cereais de inverno de duplo propósito para silagem de planta inteira

Dual-purpose winter cereal mixtures for whole plant silage

Mezclas de cereales de invierno de doble propósito para ensilado de plantas enteras

Recebido: 25/05/2022 | Revisado: 08/06/2022 | Aceito: 14/06/2022 | Publicado: 26/06/2022

Emanuel Dall'Agnol

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7041-2217>

Universidade de Passo Fundo, Brasil

E-mail: dallagnolemanuel@gmail.com

Manuele Zeni

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0590-0000>

Universidade de Passo Fundo, Brasil

E-mail: 94703@upf.br

Renato Serena Fontaneli

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1970-4791>

Embrapa Trigo, Brasil

E-mail: renato.fontaneli@embrapa.br

Carlos Bondan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4827-2609>

Universidade de Passo Fundo, Brasil

E-mail: cbondan@upf.br

Resumo

A ensilagem é técnica essencial para a produção animal devido à sazonalidade de produção forrageira durante o ano. A utilização de cereais de inverno é alternativa econômico e ambientalmente viável pois utiliza áreas ociosas no inverno. A mistura de cereais de inverno para a silagem vem ao encontro da necessidade de ampliar o período de colheita, diminuir riscos e melhorar a relação custo/benefício para o produtor. O experimento ocorreu em 2020, com os objetivos de avaliar a viabilidade de utilização e as características químicas das silagens resultantes, e partição folha/colmo/espiga ou panícula das cultivares estudadas. A primeira parte da pesquisa foi realizada a campo, na área experimental da Embrapa Trigo em Passo Fundo – RS, em blocos casualizados e três repetições, com quatro cultivares de trigo (BRS Pastoreio, BRS Tarumaxi, BRS Tarumã e Tbio Energix 201), e uma cultivar de aveia-preta (Embrapa 139 – Neblina). A segunda parte ocorreu em local abrigado da chuva, do sol e de variações extremas de temperatura, em delineamento inteiramente casualizado. Os tratamentos foram silos de PVC contendo as silagens das cultivares citadas anteriormente e as misturas Tbio Energix/Embrapa Neblina, BRS Tarumã/BRS Pastoreio, BRS Tarumaxi/BRS Pastoreio, Tbio Energix/BRS Pastoreio, e uma mistura de duas cultivares de cevada (BRS Quaranta/BRS Korbel). Todas as silagens apresentaram perfil fermentativo adequado e características nutricionais satisfatórias. A cultivar de trigo Pastoreio pode ser misturada com os trigos Energix, Tarumã e Tarumaxi, prolongando o período de colheita em 15 dias, com maior participação de lâminas foliares.

Palavras-chave: Trigo; Aveia-preta; Conservação de forragem; Nutrição animal.

Abstract

Ensiling is an essential technique for animal production due to the seasonality of forage production during the year. The use of winter cereals is an economic and environmentally viable alternative because it uses idle areas in winter. The mixture of winter cereals for silage meets the need to extend the harvest period, reduce risks and improve the cost/benefit ratio for the producer. The experiment took place in 2020, with the objective of evaluating the feasibility of use and the chemical characteristics of the resulting silages, and leaf/stem/ear or panicle partition of the cultivars studied. The first part of the research was carried out in the field, in the experimental area of Embrapa Trigo in Passo Fundo - RS, in randomized blocks and three repetition, with four wheat cultivars (BRS Pastoreio, BRS Tarumaxi, BRS Tarumã and Tbio Energix 201), and one cultivar of black oat (Embrapa 139 – Fog). The second part took place in a place sheltered from rain, sun and extreme temperature variations, in a completely randomized design. The treatments were PVC silos containing the silages of the aforementioned cultivars and the mixtures Tbio Energix/Embrapa Neblina, BRS Tarumã/BRS Pastoreio, BRS Tarumaxi/BRS Pastoreio, Tbio Energix/BRS Pastoreio, and a mixture of two barley cultivars (BRS Quaranta/BRS Korbel). All silages showed adequate fermentative profile and satisfactory nutritional characteristics. The Pastoreio wheat cultivar can be mixed with Energix, Tarumã and Tarumaxi wheats, extending the harvest period by 15 days, with greater participation of leaf blades.

Keywords: Wheat; Black oat; Forage conservation; Animal nutrition.

Resumen

El ensilaje es una técnica fundamental para la producción animal debido a la estacionalidad de la producción de forraje durante el año. El uso de cereales de invierno es una alternativa económica y ambientalmente viable porque aprovecha las zonas ociosas en invierno. La mezcla de cereales de invierno para ensilaje responde a la necesidad de extender el período de cosecha, reducir riesgos y mejorar la relación costo/beneficio para el productor. El experimento se realizó en 2020, con el objetivo de evaluar la factibilidad de uso y las características químicas de los ensilajes resultantes, y partición hoja/tallo/mazorca o panoja de los cultivares estudiados. La primera parte de la investigación fue realizada en campo, en el área experimental de Embrapa Trigo en Passo Fundo - RS, en bloques al azar y tres repeticiones, con cuatro cultivares de trigo (BRS Pastoreio, BRS Tarumaxi, BRS Tarumã y Tbio Energix 201), y un cultivar de avena negra (Embrapa 139 – Neblina). La segunda parte se llevó a cabo en un lugar resguardado de la lluvia, el sol y las variaciones extremas de temperatura, en un diseño completamente al azar. Los tratamientos fueron silos de PVC que contenían los ensilajes de los cultivares mencionados y las mezclas Tbio Energix/Embrapa Neblina, BRS Tarumã/BRS Pastoreio, BRS Tarumaxi/BRS Pastoreio, Tbio Energix/BRS Pastoreio y una mezcla de dos cultivares de cebada (BRS Quaranta/ BRS Korbel). Todos los ensilajes mostraron un perfil fermentativo adecuado y características nutricionales satisfactorias. El cultivar de trigo Pastoreio se puede mezclar con los trigos Energix, Tarumã y Tarumaxi, extendiendo el período de cosecha en 15 días, con mayor participación de las láminas foliares.

Palabras clave: Trigo; Avena negra; Conservación de forrajes; Nutrición animal.

1. Introdução

A região Sul do Brasil cultiva durante o período de verão uma área de aproximadamente 17 milhões de hectares, cujas principais culturas são a soja e o milho. Entretanto, apenas cerca de 15% desta área é utilizada para o cultivo de cereais de inverno e canola (CONAB, 2021). Outro problema é a sazonalidade de produção forrageira durante o ano, existindo épocas com excedente de produção e, em outras, escassez. A conservação de alimento na forma de silagem é uma alternativa para minimizar o problema de escassez de alimentos em produção animal intensiva, como por exemplo a produção leiteira.

A ensilagem oferece a oportunidade de conservar alimentos perdendo o mínimo do seu valor nutritivo, ainda elevando o período de sua utilização, ou seja, os processos envolvidos na conservação permitem que o alimento seja armazenado e utilizado em períodos mais longos. A ensilagem apresenta menor custo relativo à fenação ou uso de grãos, é menos suscetível aos fenômenos meteorológicos e eleva o período de utilização das forrageiras (Pahlow, 2003; Ramos et al., 2021). A utilização de cereais de inverno de duplo propósito como forragem e silagem destaca-se como uma alternativa para produção de alimento animal utilizando áreas ociosas no inverno, permitindo o uso desta mesma área no verão para produção de grãos.

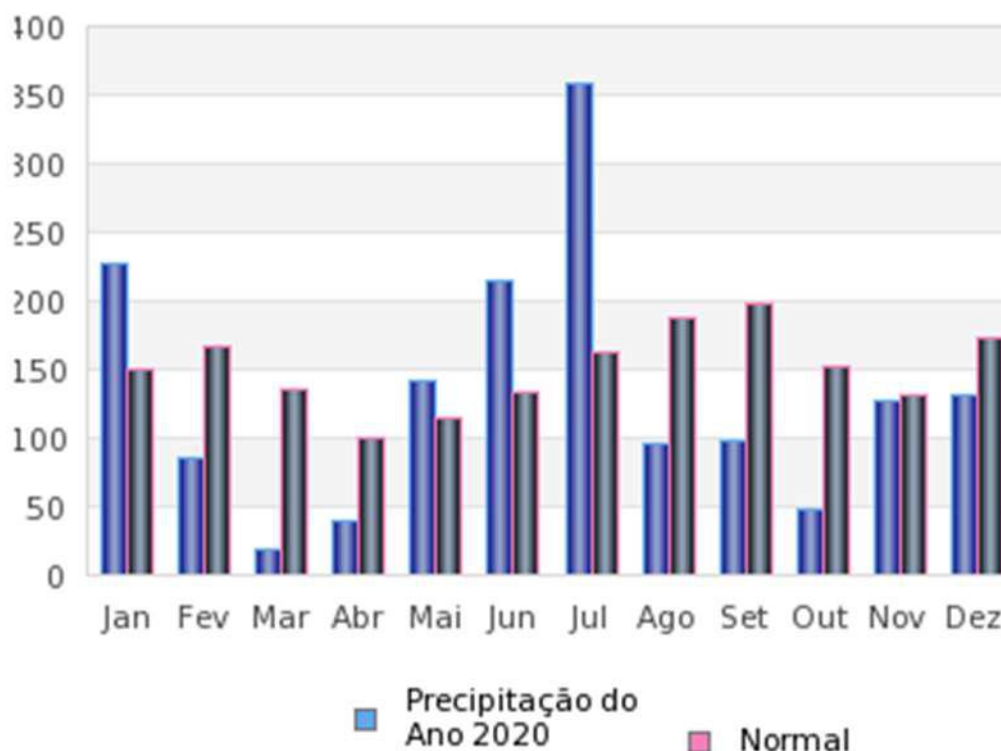
A mistura de cultivares ou mesmo espécies de cereais de inverno para a confecção de silagem vem ao encontro com a necessidade de ampliar a janela de colheita, diminuir riscos com perdas e melhorar a relação custo/benefício para o produtor rural. Este trabalho foi realizado com o objetivo de viabilizar a mistura das cultivares estudadas, aumentando o leque de opções para o inverno na região Sul do Brasil.

2. Metodologia

2.1 Local e período da pesquisa

O primeiro experimento foi conduzido na área experimental da Embrapa Trigo, no município de Passo Fundo – RS, situada nas coordenadas 28° 15' de latitude Sul e 52° 24' de longitude Oeste, em uma altitude de 687 metros acima do nível do mar, durante o ano de 2020. O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho distrófico húmico (Streck et al., 2008). De acordo com a classificação de Köppen, o clima de Passo Fundo é descrito como subtropical úmido (Cfa), com chuvas bem distribuídas durante o ano (Cunha, 1997). As médias de precipitação pluvial ocorridas durante o experimento podem ser observadas na Figura 1.

Figura 1 - Médias de precipitação pluvial (mm) ocorridas durante o experimento. Passo Fundo, RS, 2020.



Fonte: Embrapa – CNPT.

O segundo experimento foi conduzido na Embrapa Trigo, no município de Passo Fundo – RS, no laboratório de práticas culturais, em local protegido da luz e das variações de temperatura e umidade, durante o ano de 2021.

2.2 Tratamentos e delineamento experimental

Experimento 1: Foram avaliadas as cultivares de trigo BRS Pastoreio, BRS Tarumaxi, BRS Tarumã e Tbio Energix 201, e a cultivar de aveia-preta Embrapa 139 – Neblina. O experimento foi realizado em delineamento de blocos casualizados, com três repetições e parcelas de 8 linhas, com 0,2 m de espaçamento e 5 m de comprimento, totalizando 8,0 m².

Experimento 2: Foram avaliadas silagens das cultivares de trigo BRS Pastoreio, BRS Tarumaxi, BRS Tarumã e Tbio Energix 201, da aveia-preta Embrapa 139, e das cevadas BRS Korbel e BRS Quaranta, além disso, foram avaliadas misturas entre as cultivares citadas (Tbio Energix/Embrapa Neblina, BRS Tarumã/BRS Pastoreio, BRS Tarumaxi/ BRS Pastoreio, Tbio Energix/BRS Pastoreio), na proporção 50/50. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com onze tratamentos e duas repetições. As unidades experimentais foram silos de PVC com 10 centímetros de diâmetro e 35 centímetros de altura.

2.3 Procedimentos e avaliações

No experimento 1, a área experimental foi dividida em 15 parcelas, em delineamento de blocos casualizados com três repetições. Cada parcela possuiu área de 8m² (8 linhas com 0,2 m de espaçamento x 5 m).

A semeadura foi realizada no dia 11 de maio de 2020, com adubação de 300 kg/ha⁻¹ da formulação 5-25-25 (N – P2O5 – K2O), com aplicação de nitrogênio em cobertura no dia 30 de junho de 2020. Foram utilizadas 350 sementes viáveis por m².

Foram realizadas avaliações nas parcelas antes e depois do processo da ensilagem, que constituíram as avaliações do

experimento 1 e 2, respectivamente. Antes da ensilagem foram avaliadas as seguintes variáveis: estatura de plantas, rendimento de biomassa ensilável e partição de folha, colmo e panícula. Após a ensilagem foram avaliados o pH, nitrogênio amoniacal, teor de matéria seca (MS), densidade e perdas de silagem, proteína bruta, fibra insolúvel em detergente neutro, fibra insolúvel em detergente ácido, amido e nutrientes digestíveis totais.

2.3.1 Pré-ensilagem: avaliações experimento 1

A estatura de plantas foi obtida através de medição com régua graduada no momento do corte. Foi coletado 1 metro quadrado de cada parcela para pesagem e quantificação da produção verde por hectare. Deste material, foi retirada uma subamostra para secagem em estufa de ventilação forçada a 60 °C, até peso constante, para determinação do rendimento de MS de biomassa ensilável. Foi colhida uma linha de um metro de plantas de cada parcela para a avaliação da partição de colmo, folha e panícula.

2.3.2 Ensilagem: avaliações experimento 2

O corte para ensilagem foi realizado quando as plantas atingiram o estágio de grão pastoso a massa firme. As amostras foram trituradas em moinho forrageiro, em fragmentos de 0,5 a 5 cm, compactadas manualmente, com o auxílio de barras de ferro maciço, em silos experimentais de policloreto de vinila (PVC) com 10 cm de diâmetro e 35 cm de altura. As misturas foram confeccionadas triturando as duas cultivares juntas no moinho forrageiro, na proporção de 50% para cada cultivar.

Os tubos de PVC foram pesados antes e depois do fechamento com o material ensilado para possibilitar os cálculos de densidade e perdas apenas com o peso do material ensilado, desprezando o peso do silo. Os silos foram acondicionados em local abrigado da luz e calor, sendo abertos aproximadamente 300 dias após o fechamento.

Na abertura dos silos, os tubos de PVC foram novamente pesados para determinação das perdas durante o processo de ensilagem, bem como a densidade da silagem. Foram desprezadas as porções superior e inferior de silagem de cada silo. O material retirado foi homogeneizado e foram retiradas amostras para avaliação de pH, nitrogênio amoniacal, teor de matéria seca e valor nutritivo. Para determinação do pH foram misturadas 9 g de silagem fresca em 60 ml de água destilada, a após 30 minutos de repouso foi realizada a leitura do pH com potenciômetro digital (Silva & Queiroz, 2002). Para determinação do nitrogênio amoniacal foi utilizada metodologia descrita por Rech et al. (2006), e a determinação da matéria seca foi realizada através de amostras secas em estufa de ventilação forçada a 60°C, onde foi feita a comparação entre os pesos antes e após o período na estufa.

2.3.3 Valor nutritivo

Para determinação do valor nutritivo das silagens foram utilizadas amostras previamente secadas em estufa de ventilação forçada a 60 °C até peso constante. O material seco foi triturado em moinho do tipo Willey, peneira com malha de 1,0 mm, e retirada subamostra para determinação dos teores de proteína bruta (PB) conforme metodologia descrita pela AOAC (Association of official analytical chemists, 2016), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) seguindo método descrito por Van Soest (1991), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) conforme método descrito pela AOAC (2016), e amido segundo normas do Instituto Adolfo Lutz (2006). Os nutrientes digestíveis totais (NDT %) foram obtidos pela equação: $NDT = 87,84 - (0,70 \times FDA)$ sugerida por Bolsen (1996).

2.4 Análise dos dados

Os dados obtidos nos dois experimentos foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre médias

comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, com software estatístico R, na versão 4.1.2 (R Core Team, 2022).

3. Resultados e Discussão

3.1 Rendimento de biomassa ensilável, ciclo e altura

Houve diferença significativa ($P>0,05$) no rendimento de biomassa ensilável entre as cultivares estudadas (Tabela 1). A cultivar de aveia-preta Neblina apresentou o maior rendimento, com 8 toneladas de MS/ha⁻¹, já a cultivar de trigo BRS Tarumã apresentou o menor rendimento, com 4,1 toneladas de MS/ha⁻¹. Na coluna ao lado, os resultados demonstram que as cultivares possuem ciclos distintos (Tabela 1), sendo o trigo Tbio Energix 201 e aveia-preta Neblina as cultivares de ciclo mais precoce, com 130 dias desde a emergência até o corte para ensilagem, de acordo com as indicações técnicas para a produção de cevada, os ciclos das cultivares BRS Quaranta e BRS Korbel também são precoces, com 132 dias até a maturação (Minella, 2017). O trigo BRS Pastoreio apresentou ciclo intermediário, com 143 dias, já as cultivares BRS Tarumaxi e BRS Tarumã demonstraram-se mais tardias, com 158 dias de ciclo. A altura de plantas também apresentou diferença significativa ($P>0,05$) entre as cultivares (Tabela 1). A cultivar de aveia-preta Neblina apresentou a maior altura, atingindo 113 cm, já o cultivar de trigo BRS Tarumã obteve a menor estatura, com 63 cm.

Tabela 1 - Rendimento de biomassa ensilável (t/ha⁻¹), ciclo da emergência ao estágio de grão leitoso/pastoso e altura de cultivares trigo (TR), cevada (CEV) e aveia-preta (AP) para ensilagem. Passo Fundo, RS, 2020.

Tratamentos	MS (t/ha ⁻¹)		Ciclo (dias)	Altura (cm)	
Embrapa 139 Neblina (AP)	8	a	130	113	a
BRS Tarumaxi (TR)	6,8	ab	158	75	c
BRS Pastoreio (TR)	6,5	abc	143	85	b
Tbio Energix (TR)	4,8	bc	130	81	bc
BRS Tarumã (TR)	4,1	c	158	63	d
BRS Korbel (CEV)	-		132	80	bc
BRS Quaranta (CEV)	-		132	80	bc
Média	6		143,8	82,3	
CV (%)	15,36		-	3,04	
F	0,00541*		-	0,000*	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$). * = significativo pelo teste F ($p<0,05$). Fonte: Minella, 2017 e autores.

Segundo Leão et al. (2019), avaliando aspectos produtivos e nutricionais de cereais de inverno obtiveram resultados superiores, com a aveia-preta cv. Neblina produzindo 9,7 t MS/ha⁻¹ e o trigo cv. BRS Gralha Azul 11,3 t MS/ha⁻¹. Já Neumann et al. (2019) obtiveram resultados semelhantes ao avaliar cereais de inverno para silagem, o menor valor obtido foi 4,2 t MS/ha⁻¹ com a cultivar de aveia branca URS Taura e 7,1 t MS/ha⁻¹ com a cultivar de centeio BR 1.

Os autores Lehmen et al. (2014), obtiveram ciclos entre 139 e 170 dias, e altura de plantas de 56 a 160 cm avaliando diversas espécies de cereais de inverno para silagem. Neste estudo, a cultivar de aveia-preta Neblina apresentou ciclo de 152 dias e altura de 123 cm, já o trigo BRS Tarumã apresentou ciclo de 152 dias e altura de 79 cm, valores diferentes dos obtidos no presente estudo. A baixa estatura de plantas encontrada no presente estudo foi afetada devido ao baixo volume de chuva nos meses de agosto, setembro e outubro (Figura 2), que suprimiu parcialmente o desenvolvimento das plantas.

3.2 Matéria seca, pH, densidade e nitrogênio amoniacal

Houve diferença significativa ($P>0,05$) para o teor de matéria seca e pH das silagens avaliadas (Tabela 2). O menor teor de matéria seca foi de 28,8 % para a silagem de aveia-preta Neblina, e o maior teor foi obtido pela mistura BRS Tarumaxi/BRS Tarumã, com 54,7 %. Haigh (1990), identificou o teor de 26% de MS como ideal mínimo para fermentação láctica eficaz em silagem de gramíneas de estação fria. Já Muck, Kung Jr e Collins (2020), indicam que silagens contendo menos de 30% de MS devem ser evitadas, pois estas condições aumentam a possibilidade de desenvolvimento de clostrídios e outras bactérias indesejáveis, e Bueno et al. (2020) indica o teor de 40% de MS como limite máximo. Apesar da maioria das silagens possuírem teor de MS acima do limite indicado, não foram constatados problemas derivados desta característica.

Os valores de pH variaram de 3,9 a 4,6 nas silagens estudadas, com valor médio de 4,4 (Tabela 2). Estes valores encaixam-se na faixa ideal (3,8 a 5,0) para restringir o crescimento de microrganismos indesejáveis e estabilizar a silagem (Collins & Moore, 2018). Bueno et al. (2020) avaliando silagens de aveia obteve valores médios de MS (acima de 40%) e pH (4,39) similares a este estudo. Segundo os autores, estes dois fatores em conjunto contribuíram para a efetiva preservação dos materiais. No presente estudo, não foi identificado nenhum problema relacionado a fermentação das silagens, apesar do nível elevado de MS.

Os teores elevados de matéria seca podem ter sido causados pela quantidade de chuvas abaixo do normal nos meses de agosto, setembro e outubro de 2020. A aveia-preta Neblina, por ser espécie forrageira de inverno precoce, e a cultivar de trigo TBio Energix, que possui ciclo mais curto que as demais, chegaram ao ponto de ensilagem com umidade adequada, porém, as outras cultivares, por ficarem mais tempo sem chuvas, excederam o ideal de matéria seca.

Tabela 2 - Teor de matéria seca (%), pH, densidade (kg/m^3) e nitrogênio amoniacal (%) de silagens de trigo (TR), cevada (CEV) e aveia-preta (AP). Passo Fundo, 2021.

Tratamentos	MS (%)		pH		Densidade (kg.m^{-3})		N-NH ₃ (%)
BRS Tarumaxi (TR)/BRS Tarumã (TR)	54,7	a	4,6	a	692	d	5,3
BRS Tarumã (TR)/BRS Pastoreio (TR)	53,5	ab	4,6	a	692	d	5,2
BRS Tarumaxi (TR)/BRS Pastoreio (TR)	52,6	abc	4,65	a	702	cd	6,5
BRS Tarumaxi (TR)	51,8	abc	4,5	abc	741	bcd	5,6
BRS Tarumã (TR)	51,6	abc	4,55	ab	735	bcd	5
TBIO Energix (TR)/BRS Pastoreio (TR)	48,6	abcd	4,45	abc	773	bcd	6,6
BRS Pastoreio (TR)	44,3	bcd	4,3	abc	802	bcd	5,5
BRS Quaranta (CEV)/BRS Korbel (CEV)	43,8	cd	4,55	ab	846	abc	5,3
TBIO Energix (TR)	40	de	4,15	cd	812	bcd	6,4
TBIO Energix (TR)/Embrapa 139 Neblina (AP)	31,5	ef	4,2	bcd	873	ab	6,1
Embrapa 139 Neblina (AP)	28,8	f	3,9	d	977	a	4,7
Média	45,6		4,4		786		5,7
CV (%)	5,4		2,22		4,82		11,36
F	0,000002*		0,00001*		0,00023*		0,14953 ^{ns}

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$). * = significativo pelo teste F ($p<0,05$). Fonte: Autores.

Houve diferença significativa ($P>0,05$) para a densidade entre as silagens avaliadas. Os valores ficaram entre 692 e 977 kg/m^3 . Segundo Tomich (2003), silagens com adequada compactação apresentam densidades entre 600 e 800 kg m^{-3} . Cinco silagens apresentaram valores de densidade acima do recomendado: BRS Pastoreio, com 802 kg/dm^3 , Tbio Energix, 812

kg/dm³, BRS Quaranta/BRS Korbel, 846 kg/dm³, Tbio Energix/Embrapa 139 Neblina, 873 kg/dm³, e Embrapa 139 Neblina, 977 kg/dm³. Apesar dos valores obtidos, a densidade elevada não contribuiu para perdas acima da normalidade neste experimento.

Não foi constatada diferença significativa ($P>0,05$) entre os valores de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) das silagens estudadas (Tabela 2). Os valores obtidos neste estudo (média de 5,7%) foram similares aos observados por Meinerz et al. (2011) avaliando silagem de cereais de inverno submetidos ao manejo de duplo propósito (média de 5,1%).

3.3 Valor nutritivo

Os resultados da Tabela 3 demonstram que não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos para as variáveis de valor nutritivo avaliadas no presente estudo.

Tabela 3 - Teor de proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), amido e nutrientes digestíveis totais (NDT) em silagens trigo (TR), cevada (CEV) e aveia-preta (AP). Passo Fundo, 2021.

Tratamentos	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	Amido (%)	NDT (%)
Embrapa 139 Neblina (AP)	8	59,4	39,1	23,2	60,4
BRS Quaranta (CEV)/BRS Korbel (CEV)	7,1	57,9	38,7	27,6	60,7
Tbio Energix (TR)	7,3	58,6	37,5	22,3	61,5
Tbio Energix (TR)/Embrapa 139 Neblina (AP)	7,6	61,7	38,5	22	60,8
Tbio Energix (TR)/BRS Pastoreio (TR)	8	61,4	35,9	26,5	62,6
BRS Pastoreio (TR)	8,6	59,1	39	28,3	60,5
BRS Tarumã (TR)	8,2	54,5	33,4	33,5	64,4
BRS Tarumã (TR)/BRS Pastoreio (TR)	6,5	61,1	34,5	24	63,6
BRS Tarumaxi (TR)	7,7	62	38,5	27,4	60,8
BRS Tarumaxi (TR)/BRS Pastoreio (TR)	7,5	62,3	38,7	30	60,7
BRS Tarumaxi (TR)/BRS Tarumã (TR)	6,9	64,7	35,6	27,4	62,8
Média	7,6	60,3	37,2	26,6	61,7
CV %	7,53	7,9	7,56	14,6	3,19
F	0,09968 ^{ns}	0,73995 ^{ns}	0,47613 ^{ns}	0,22208 ^{ns}	0,47613 ^{ns}

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$). * = significativo pelo teste F ($p<0,05$). Fonte: Autores.

3.3.1 Proteína bruta (PB)

Não houve diferença para os valores de proteína bruta entre as silagens estudadas (Tabela 3). Os valores encontrados variaram entre 6,5 e 8,6 % de PB. Segundo Van Soest (1994), a necessidade de PB mínima para crescimento microbiano do rúmen é de 7%, valores abaixo podem prejudicar a fermentação ruminal e diminuir o consumo de alimento devido à baixa concentração de proteína. Apenas as misturas BRS Tarumã/BRS Pastoreio e BRS Tarumaxi/BRS Tarumã apresentaram teores abaixo deste valor.

Leão et al. (2017) e Lehmen et al. (2014), avaliando silagens de cereais de inverno, verificaram valores médios de proteína similares ao deste estudo, no primeiro estudo, os autores observaram valores médios de 7,3% para trigo e 5,3 % para aveia-preta, já para o segundo experimento, os valores variaram de 6,2 a 8,4%. Lehmen et al. (2014), atrelaram os valores de proteína abaixo do normal ao nível de precipitação inferior no mês de setembro. Esse fato pode ter contribuído para acelerar o processo de maturação das plantas e resultar em redução dos teores de proteína. Como representado na figura 1, a precipitação

foi inferior à média normal nos meses de agosto, setembro e outubro de 2020, fato que pode explicar os valores similares de PB no presente estudo.

3.3.2 Fibra insolúvel em detergente neutro (FDN)

Não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os teores de FDN avaliados. Os valores variaram de 54,5% para a silagem de trigo cv. BRS Tarumã, a 64,7% para a mistura de cultivares de trigo BRS Tarumaxi/BRS Tarumã (Tabela 3). Sabe-se que a FDN das forragens está diretamente relacionada ao consumo, onde, quanto menor o teor de FDN, maior é a capacidade de ingestão de alimento pelo animal.

Leão et al. (2017), avaliando a composição nutricional e estabilidade aeróbia de silagem de cereais de inverno com diferentes tempos de estocagem, observaram valores médios de FDN de 76% para aveia-preta, 66% para trigo e 62% para cevada. Valores ligeiramente superiores aos encontrados no presente estudo.

3.3.3 Fibra insolúvel em detergente ácido (FDA)

Para a FDA, os valores variaram de 33,4 a 39,1 %, não havendo diferença significativa ($P>0,05$) entre as cultivares estudadas (Tabela 3). A FDA está diretamente ligada a digestibilidade do alimento. Altos valores de FDA resultam na baixa digestibilidade da silagem. Por outro lado, baixos teores de fibra resultam em diversos distúrbios ruminais, bem como redução na gordura do leite (Van Soest, 1994).

Leão et al. (2017), apresentaram valores médios de FDA de 49% para aveia-preta, 42% para trigo e 35% para cevada. Os autores justificaram os valores menores de FDA da cevada em relação aos demais cereais de inverno devido a maior presença de grãos na silagem da mesma. Os teores de aveia-preta e trigo estão ligeiramente acima dos obtidos neste experimento, já o teor de cevada está dentro da média observada.

3.3.4 Amido

Não houve diferença significativa ($P>0,05$) para o teor de amido das silagens. Os valores variaram entre 22 a 33,5% de amido (Tabela 3). Segundo Moore e Hatfield (1994), a quantidade média de amido em gramíneas de estação fria varia de 0 a 20% da matéria seca. Os resultados obtidos no presente estudo ficaram na média de 26,6%. Um fator que pode explicar estes valores superiores é o tempo de armazenamento das silagens, que foi de 300 dias. De acordo com Huntington (1997), durante o período de armazenamento ocorre a hidrólise de prolaminas e hemicelulose. As prolaminas são matrizes proteicas que recobrem os grânulos de amido, com o tempo estas podem ser solubilizadas por ácidos orgânicos presentes na silagem, aumentando a exposição e digestibilidade do amido.

O teor de amido é um dos parâmetros nutricionais mais importantes das silagens, pois é fonte de energia para os ruminantes. Vacas leiteiras de alta produção requerem grandes quantidades de energia na dieta para atender às demandas do aumento da produção de leite (Kmicikewycz & Heinrichs, 2015).

3.3.5 Nutrientes digestíveis totais (NDT)

Não foi constatada diferença significativa ($P>0,05$) para o teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) das silagens de cereais de inverno avaliadas. Os teores ficaram na faixa de 60,4 a 64,4% (Tabela 3). Todas as silagens estudadas atingiram teores de NDT superiores ao mínimo de 55% recomendado pelo National Research Council (NRC, 2001) como o necessário para ruminantes.

Neumann et al. (2019) obtiveram valores similares aos encontrados neste estudo, com média de 61,3 % de NDT para cultivares de aveia branca, cevada, trigo, centeio e triticale.

3.4 Características do dossel

Os resultados da Tabela 4 demonstram que houve diferença significativa ($P>0,05$) para as porções colmo, folha, espiga/panícula e relação folha/colmo entre as cultivares estudadas.

Tabela 4 - Proporção de colmo, folha, espiga/panícula e relação folha/colmo (F/C) na matéria seca total de trigo (TR) e aveia-preta (AP). Passo Fundo, 2021.

Tratamentos	Colmo (%)		Folha (%)		Espiga (%)		F/C	
Tbio Energix (TR)	60,7	a	12,6	c	26,5	b	0,21	c
BRS Tarumaxi (TR)	51,3	b	21,6	ab	26,9	b	0,42	ab
Embrapa 139 Neblina (AP)	50,2	bc	17,7	bc	32	b	0,35	bc
BRS Tarumã (TR)	46,9	c	23,9	a	29,1	b	0,51	a
BRS Pastoreio (TR)	37,6	d	15	c	47,3	a	0,4	ab
Média	49,3		18,2		32,4		0,38	
CV (%)	3		11,72		6,96		14,11	
F	0,000001*		0,00106*		0,00002*		0,00139*	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$). * = significativo pelo teste F ($p<0,05$). Fonte: Autores.

3.4.1 Colmo

Foi observada diferença significativa ($P>0,05$) ($P>0,05$) para porcentagem de colmo, sendo que cultivar de trigo TBio Energix apresentou 60,7 % de colmos em relação a massa total da planta, por outro lado, a cultivar de trigo BRS Pastoreio teve a menor participação de colmos com 37,6 % (Tabela 4).

Leão et al. (2019), avaliando aspectos produtivos e nutricionais de cereais de inverno, obtiveram valores médios de 41% para a cultivar de trigo Gralha Azul, e 61% para a cultivar de aveia-preta Neblina.

3.4.2 Folha

Houve diferença significativa ($P>0,05$) para a quantidade de folhas sobre a massa total da amostra entre as cultivares estudadas. Destaque para o trigo BRS Tarumã, que apresentou 23,9 % de folhas, em contrapartida, a cultivar de trigo TBio Energix apresentou 12,6 % de folhas (Tabela 4).

Resultados similares aos obtidos para a cultivar de trigo BRS Tarumã foram encontrados por Leão et al. (2019), já para a aveia-preta, os autores obtiveram 21% de folhas na composição, enquanto no presente estudo a mesma cultivar obteve 17%.

3.4.3 Espiga/Panícula

Houve diferença significativa ($P>0,05$) para a porcentagem de espiga/panícula sobre a massa total das plantas para as cultivares estudadas. A cultivar de trigo BRS Pastoreio destacou-se das demais, obtendo 47,3 % de espigas sobre a massa total. As outras cultivares apresentaram valores entre 32 e 26,5 %, não diferenciando entre si (Tabela 4).

A porcentagem de espigas encontrada na cultivar de trigo BRS Pastoreio é superior ao encontrado por Leão et al. (2019), que obtiveram 35% de espigas com a cultivar Gralha Azul, porém, as outras cultivares obtiveram valores ligeiramente inferiores (29,1; 26,9 e 26,5%). Para a cultivar de aveia-preta Neblina, os autores obtiveram 17% de panículas, valor inferior ao encontrado neste experimento (32%).

3.4.4 Relação folha/colmo

Foi observada diferença significativa ($P>0,05$) na relação folha/colmo das cultivares estudadas (Tabela 4). A cultivar de trigo BRS Tarumã obteve o maior valor (0,51), porém, não foi diferente estatisticamente das cultivares BRS Tarumaxi (0,42), e BRS Pastoreio (0,40). Já a cultivar de trigo Tbio Energix obteve o menor valor (0,21), e diferenciou-se das demais. Leão et al. (2019) apresentaram valores similares de relação folha/colmo para trigo (0,56) e aveia-preta (0,34).

Estes valores podem estar relacionados ao fato de que o trigo BRS Tarumã possui crescimento prostrado e é indicado apenas para pastejo, sendo característica da cultivar a elevada produção de folhas durante todo o ciclo. Já o trigo Tbio Energix é uma mistura de duas cultivares (Tbio Energia 1 e Tbio Energia 2) de ciclo precoce, que são indicadas apenas para a ensilagem, e tende a diminuir a quantidade de folhas para concentrar no enchimento dos grãos da espiga quando chega na época reprodutiva.

4. Conclusão

Todas as cultivares e misturas avaliadas possuem boas características fermentativas e adequado valor nutritivo, o que as tornam ótimas opções para o cultivo de inverno.

A aveia-preta Neblina foi destaque quanto a produção de matéria seca ensilável.

As cultivares de trigo Tarumã, Tarumaxi e Pastoreio apresentam maior relação folha/colmo, e o Tbio Energix tem a menor proporção.

A cultivar de trigo BRS Pastoreio pode ser misturada com Tbio Energix, BRS Tarumã e BRS Tarumaxi, prolongando o período de colheita de forragem ensilável em cerca de 15 dias, com maior participação de lâminas foliares.

Cereais de inverno e aveia-preta podem ser ensilados, isolados ou em misturas, com maior teor de matéria seca (28 a 55%) desde que bem compactados (densidade maior que 692 kg/m³).

Referências

Association Of Official Analytical Chemists (2016). Official methods of analysis of A.O.A.C. International.

Barrière, Y., Argillier, O., Michalet-Doreau, B., Hébert, Y., Guingo, E., Giauffret, C. & Émile, J. C. (1997). Relevant traits, genetic variation and breeding strategies in early silage maize. *Agronomie*, 17 (8), 395-411.

Bolsen, K. K. (1996). Silage technology. In: Australian Maize Conference (pp. 1-30), 2., Queensland. Proceedings... Queensland: Gatton College.

Iank Bueno, A. V., Ribeiro, M. G., Jacovaci, F. A., Três, T. T., Leão, G. F. M., Gomes, A. Luiza M., & Jobim, C. C. (2020). Valor nutricional e produção de matéria seca digestível de cultivares de aveia visando à produção de silagem. *Ciência Animal Brasileira / Brazilian Animal Science*, 21(1).

Cherney, J. H. & Cherney, D. J. R. (2003). Assessing Silage Quality. In: Buxton, D. R., Muck, R. E., Harrison, J. H. (Eds). *Silage Science and Technology* (pp. 141-198). Madison: American Society of Agronomy.

Collins, M. & Moore, K. J. (2018). Preservation of forage as hay and silage. In: Moore, K. J., Collins, M. C., Nelson, J. & Redfearn, D. D. (Eds). *Forages: the science of grassland agriculture*. (7a ed.), West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.

CONAB - Companhia Nacional De Abastecimento. (2021). Boletim de Monitoramento Agrícola, Brasília, DF, 10 (10).

Fontaneli, Rob. S. & Fontaneli, Ren. S. (2012). Qualidade e valor nutritivo de forragem. In: Fontaneli, Ren. S., Santos, H. P. Dos & Fontaneli, Rob. S. (Eds). *Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região Sul-Brasileira* (pp. 27-50). Embrapa Trigo.

Horst, E. H., Neumann, M., Santos, J. C. Dos, Mareze, J., Mizubuti, I. Y. & Bumbieris Júnior, V. H. (2017). Fiber composition and degradability of cold season green forage and pre-dried silage harvested at pre-flowering. *Semina: Ciências Agrárias*, 38, 2041-2049.

Huntington, G. B. (1997). Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. *Journal of Animal Science*, 75, 852-867.

Instituto Adolfo Lutz. (2005). Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz, (pp. 125-130). PROL.

Kmicikewycz, A.D. & Heinrichs, A. J. (2015). Effect of corn silage particle size and supplemental hay on rumen pH and feed preference by dairy cows fed high-starch diets. *Journal of Dairy Science*, 98, 373-385.

Leão, G. F. M., Jobim, C. C., Neumann, M., Horst, E. H., Santos, S. K. Dos, Venancio, B. J. & Santos, L. C. (2017). Nutritional composition and aerobic stability of winter cereal silage at different storage times. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 39, 131.

- Leão, G. F. M., Jobim, C. C., Neumann, M., Santos, S. K. Dos, Horst, E. H. & Santos, L. C. dos. (2019). Aspectos produtivos e nutricionais de cereais de inverno em regimes de corte para ensilagem. *Archivos de zootecnia*, 68, 168-175.
- Lehmen, R. I., Fontaneli, R. S., Fontaneli, R. S. & Santos, H. P. (2014). Rendimento, valor nutritivo e características fermentativas de silagens de cereais de inverno. *Ciência Rural*, 44(7), 1180-1185.
- Mayombo, A. P., Dufrasne, I., Hornick, J.L., Diez, M. & Istasse, L. (1997). Influence du stade de maturité de la plante de may récolté pour ensilage sur la composition, la digestibilité apparente, les caractéristiques de fermentation dans le rume et les performances zootechniques chez le taurillon à l'engraissement. *Animal Zootech*, 46(1), 43-55.
- Meinerz, G. R., Olivo, C. J., Viégas, J., Nörnberg, J. L., Agnolin, C. A., Scheibler, R. B., Horst, T. & Fontaneli, R. S. (2011). Silagem de cereais de inverno submetidos ao manejo de duplo propósito. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(10), 2097-2104.
- Moore, K. J. & Hatfield, R. D. (1994) Carbohydrates and Forage Quality. In: Fahey, G. C. (Ed). Forage Quality, Evaluation, and Utilization, (pp. 229-280). Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America.
- Muck, E. R., Kung Jr, L. & Collins, M. (2020). Silage production. In: Moore, K. J., Collins, M. C., Nelson, J. & Redfearn, D. D. (Eds). Forages: the science of grassland agriculture. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.
- Neumann, M., Dochwat, A., Horst, E. H., Venancio, B. J., Santos, J. C., Heker Junior, J. C., Cristo, F. B., Santos, L. C. & Silva, E. P. E. (2019). Productivity, profitability and nutritional quality of forage and silage of winter cereals. *Semina: Ciências Agrárias*, 40 (3), 1275.
- NRC - National Research Council. (2001). Nutrient requirements of dairy cattle. Washington: National Academies Press.
- Pereira, O. G. & Bernardino, F. S. (2004). Controle de efluentes na produção de silagem. In: Pereira, O. G., Obeid, J. A., Fonseca, D. M. De & Nascimento Júnior, D. do. (Ed.). Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem (pp. 509-545). Viçosa. Anais... Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia.
- R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <<https://www.R-project.org>>
- Ramos, B. L. P., Pires, A. J. V., Cruz, N. T., Santos, A. P. da S. dos, Nascimento, L. M. G., Santos, H. P. & Amorim, J. M. S. (2021). Losses in the silagem process: A brief review. *Research, Society and Development*, 10 (5), p. e8910514660.
- Rech, C. L. De S., Xavier, E. G., Del Pino, F. A. B., Roll, V. F. B., Rech, J. L., Cardoso H. B. P. & Nascimento P. V. N. (2006). Determinação do nitrogênio amoniacal. In: Rech, C. L. De S., Xavier, E. G., Del Pino, F. A. B., Roll, V. F. B., Rech, J. L., Cardoso H. B. P. & Nascimento P. V. N. Análises Bromatológicas e Segurança Laboratorial (pp. 41-42), Pelotas: UFPel.
- Silva, D. J. & Queiroz, A. C. de. (2002). Determinação do pH, da acidez titulável e do ácido láctico da silagem. In: Silva, D. J. & Queiroz, A. C. de. (Ed.). Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos (pp. 163-168), UFV, 2002.
- Streck, E. V., Kämpf, N., Dalmolin, R. S. D., Klamt, E., Nascimento, P. C. Do, Schneider, P., Giasson, E. & Pinto, L. F. S. (2008). Solos do Rio Grande do Sul. EMATER/RS-ASCAR.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B. & Lewis B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.
- Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant*. Ithaca, Cornell University Press.