

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL

Produção e Ensilagem de Cultivares de Trigo no Cerrado

Pedro Pereira Santos Junior

MONTES CLAROS

2025

PEDRO PEREIRA SANTOS JUNIOR

**PRODUÇÃO E ENSILAGEM DE CULTIVARES DE TRIGO
NO CERRADO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Produção Animal da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientador: Mário Henrique França Mourthé

Coorientador: Thiago Gomes dos Santos Braz

MONTES CLAROS

2025

Santos Junior, Pedro Pereira.

S237p Produção e ensilagem de cultivares de trigo no cerrado[manuscrito]/ Pedro Pereira
2025 Santos Junior. Montes Claros, 2025.
45 f.: il.

Dissertação (mestrado) - Área de concentração em Produção Animal. Universidade Federal de Minas Gerais / Instituto de Ciências Agrárias.

Orientador: Mário Henrique França Mourthé

Banca examinadora: João Paulo Sampaio Rigueira, Luciana Castro Geraseev, Thiago Gomes dos Santos Braz.

Inclui referências: f. 21-25.

I. Plantas forrageiras -- Teses. 2. Cultivos agrícolas de inverno -- Teses. 3. Colheita -- Teses. 4. Silagem -- Teses. 5. Trigo -- Nutrição -- Teses. I. Mourthé, Mário Henrique França. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 633.2:636.084.4

ELABORADA PELA BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA DO ICA/UFMG
Nádia Cristina Oliveira Pires / CRB-6/2781



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ICA - INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO/TESE

Aos 24 dias do mês de julho de 2025 às 09:00 horas, sob a Presidência do Professor Mário Henrique França Mourthé, D. Sc. (Orientador – UFMG/ICA) e com a participação dos Professores Thiago Gomes dos Santos Braz, D. Sc. (UFMG/ICA), Luciana Castro Geraseev, D. Sc. (ICA/UFMG) e João Paulo Sampaio Rigueira, D. SC. (UNIMONTES), reuniu-se, por videoconferência, a Banca de defesa de dissertação de **Pedro Pereira Santos Junior**, aluno do Curso de Mestrado em Produção Animal. O resultado da defesa de dissertação intitulada **“Produção e Ensilagem de Cultivares de Trigo no Cerrado”**, sendo o aluno considerado **aprovado**. E, para constar, eu, Professor Mário Henrique França Mourthé, Presidente da Banca, lavrei a presente Ata que depois de lida e aprovada, será assinada por mim e pelos demais membros da Banca examinadora.

OBS.: O aluno somente receberá o título após cumprir as exigências do ARTIGO 53 do regulamento e da resolução 05/2016 do Curso de Mestrado em Produção Animal.

Montes Claros, 24 de julho de 2025.

Assinatura dos membros da banca examinadora:



Documento assinado eletronicamente por **Mario Henrique Franca Mourthe, Professor do Magistério Superior**, em 24/07/2025, às 14:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luciana Castro Geraseev, Coordenador(a)**, em 24/07/2025, às 15:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Thiago Gomes dos Santos Braz, Professor do Magistério Superior**, em 25/07/2025, às 10:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **João Paulo Sampaio Rigueira, Usuário Externo**, em 25/07/2025, às 12:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

Ata de defesa de Dissertação/Tese 4409011

SEI 23072.245450/2025-48 / pg. 1



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4409011** e o código CRC **20D38594**.

DEDICATÓRIA

Agradeço à Deus, por cada amanhecer, por me presentear com resiliência, força para prosseguir e o inestimável dom da vida, que se manifesta em cada descoberta e aprendizado.

À minha mãe Diodete dos Santos, pelo seu amor incondicional que foi meu porto seguro, preocupação, orações e sobretudo acreditar que era possível.

Ao meu pai Pedro Pereira Santos, por cada ensinamento que moldou meu caráter, pelos valores que me guiaram, pelo carinho e torcida que me deram força em todos os momentos.

À minha esposa Sabrina Rosa Barbosa Santos seu apoio nos momentos mais desafiadores foi meu sustento, pois seu amor, carinho e constante preocupação foram fundamentais para cada passo desta jornada.

À toda minha família que esteve torcendo por mim.

À meu orientador Dr. Mário Henrique França Mourthé por me apresentar os caminhos da pesquisa, pela paciência, pelos ensinamentos, pelo suporte incansável e pelo exemplo inspirador de profissionalismo.

À meu co-orientador Dr. Thiago Gomes Santos Braz por compartilhar sua sabedoria e apoio, por sua confiança que me impulsionou a ir além.

Ao GREGAL – Grupo de Estudos em Gado de Leite, pelo apoio na realização do experimento, troca de conhecimentos e pelas amizades que levarei para a vida.

Ao Sérgio do Laboratório de Bromatologia, pelos ensinamentos e pelo suporte na realização das análises.

Aos funcionários da FEHAN – Fazenda Experimental Professor Hamilton de Abreu Navarro, pelo suporte em momentos cruciais da realização do experimento.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão de bolsa de estudos.

A concretização deste trabalho não seria possível sem a colaboração e o suporte de muitos. Cada linha e cada conclusão apresentadas nestas páginas são, de fato, o reflexo de um triunfo coletivo. Desta forma, dirijo meus mais profundos agradecimentos a todos aqueles cuja presença e apoio foram fundamentais para a realização deste feito. A expressão 'muito obrigado', por mais sincera que seja, parece insuficiente para traduzir a gratidão que sinto.

RESUMO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) se apresenta como uma alternativa para produção de forragem no inverno, no norte de Minas Gerais. Essa gramínea pode ser cultivada no período da entressafra, quando as temperaturas médias mensais ficam abaixo de 20° C. Assim, o objetivo foi testar a produção de forragem e silagem de 10 cultivares de trigo, em dois pontos de colheita no norte de Minas Gerais. Foram avaliadas a produção e ensilagem das cultivares do trigo BRS 264, BRS 404, BRS Atobá, BRS Coleiro, BRS Jacana, IPR Catuara, MGS Brilhante, ORS 1403, TBIO Aton e TBIO Calibre. O delineamento foi em blocos ao acaso com dez tratamentos (cultivares) e três repetições. Cada tratamento foi avaliado em dois estágios fenológicos em relação ao desenvolvimento do grão (grão pastoso e grão farináceo) configurando parcelas subdivididas no tempo. Para isso, foram estabelecidas 30 parcelas de 3 x 2 m. Após os cortes, amostras de cada parcela foram colhidas, avaliadas e ensiladas em minissilos. Avaliaram-se altura, produção e composição morfológica da forragem. Já na silagem avaliaram-se pH, perdas, composição bromatológica e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). As cultivares não diferiram quanto a produção de massa seca, que apresentou média de 7.641,36 kg ha⁻¹. A cultivar MGS Brilhante apresentou maior altura (112,5 cm) e produção de colmo (5113,2 kg ha⁻¹), indicando seu potencial para maximizar a produção de biomassa. Em contrapartida, cultivares como IPR Catuara e BRS Atobá apresentaram maior %ESP no estágio de grão farináceo (68,11% e 67,11%, respectivamente). O pH e a perda gasosa das silagens foram semelhantes entre as cultivares, com média de 3,44 e 3,30%, respectivamente. As cultivares BRS Coleiro, MGS Brilhante e TBIO Aton apresentaram as maiores perdas por efluentes, com média de 10,93 kg t⁻¹. As cultivares BRS Coleiro, BRS Jacana, MGS Brilhante, ORS 1403 e TBIO Aton apresentaram os maiores teores de FDN, com média de 554,07 g kg⁻¹. As cultivares BRS 264, BRS 404, BRS Atobá, IPR Catuara e TBIO Calibre resultaram em silagens com maiores teores de nutrientes digestíveis totais, com média de 599,09 g kg⁻¹. As silagens das cultivares IPR Catuara e TBIO Calibre apresentaram maior DIVMS, com média de 51,82%. As cultivares de trigo apresentam o mesmo potencial para produção de forragem no norte de Minas Gerais, entretanto com composição morfológica diferente. A colheita da planta de trigo na fase de grão pastoso favorece a produção de lâminas foliares e no estágio de grão farináceo promove maior produção de espigas. As cultivares IPR Catuara e TBIO Calibre apresentam silagens com maior digestibilidade *in vitro* da matéria seca e, potencialmente, com maior valor nutricional para os ruminantes.

Palavras-chave: forrageira de inverno; ponto de colheita; silagem, *triticum aestivum* L.; valor nutritivo.

ABSTRACT

Wheat (*Triticum aestivum* L.) presents itself as an alternative for forage production during winter in northern Minas Gerais. This grass can be cultivated during the off-season, when mean monthly temperatures are below 20° C. Thus, the objective was to test the forage and silage production of 10 wheat cultivars, harvested at two distinct points in northern Minas Gerais. The production and ensiling of wheat cultivars BRS 264, BRS 404, BRS Atobá, BRS Coleiro, BRS Jacana, IPR Catuara, MGS Brilhante, ORS 1403, TBIO Aton, and TBIO Calibre were evaluated. The experimental design was a randomized complete block design with ten treatments (cultivars) and three replications. Each treatment was evaluated at two phenological stages related to grain development (dough stage and hard dough stage), configuring split-plots over time. For this purpose, 30 plots measuring 3 x 2 m were established. After harvesting, samples from each plot were collected, evaluated, and ensiled in mini-silos. Plant height, forage yield, and morphological composition were evaluated. For the silage, pH, losses, bromatological composition, and *in vitro* dry matter digestibility (DMY) were assessed. The cultivars did not differ in dry matter yield (DMY), which averaged 7,641.36 kg ha⁻¹. The MGS Brilhante cultivar showed greater height (112.5 cm) and stem yield (5,113.2 kg ha⁻¹), indicating its potential to maximize biomass production. In contrast, cultivars such as IPR Catuara and BRS Atobá showed a higher % ear at the hard dough stage (68.11% and 67.11%, respectively). Cultivars BRS Coleiro, BRS Jacana, MGS Brilhante, ORS 1403, and TBIO Aton had the highest neutral detergent fiber (NDF) content, averaging 554.07 g kg⁻¹. Cultivars BRS 264, BRS 404, BRS Atobá, IPR Catuara, and TBIO Calibre resulted in silages with higher total digestible nutrients (TDN) content, averaging 599.09 g kg⁻¹. The silages from IPR Catuara and TBIO Calibre cultivars showed higher DMY, averaging 51.82%. Wheat cultivars exhibit the same potential for forage production in northern Minas Gerais, however, with different morphological compositions. Harvesting the wheat plant at the dough stage favors leaf blade production, and at the hard dough stage, it promotes greater ear production. The IPR Catuara and TBIO Calibre cultivars produce silages with higher *in vitro* dry matter digestibility and, potentially, greater nutritional value for ruminants.

Key words: winter forage; harvest point; silage; *triticum aestivum* L.; nutritive value.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN) e nutrientes digestíveis totais (NDT).....	14
Tabela 2- Demonstrativo de áreas de produção de trigo nas safras de 2022 e 2023.....	15
Tabela 3- Caracterização de algumas cultivares de trigo desenvolvidas pelas empresas EMBRAPA, IAPAR e BIO Trigo.....	18
Tabela 4- Avaliação de silagem de cereais de inverno quanto à concentração de nutrientes (PB, FDN e FDA), e a digestibilidade da matéria seca estimada (DMS).....	21

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	09
2	OBJETIVOS.....	11
2.1	Objetivo Geral.....	11
2.2	Objetivos Específicos.....	11
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	12
3.1	O trigo.....	12
3.2	Zoneamento agrícola do trigo.....	13
3.3	Características agronômicas.....	16
3.4	Silagem	18
3.5	Composição bromatológica.....	19
3.6	Referências.....	20
4	ARTIGO(S)	25
4.1	Artigo 1- Produção e ensilagem da planta inteira de trigo em clima tropical.....	26
4.2	Referências.....	38
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43

1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é uma gramínea C3 que pode ser utilizada para a produção de grãos e forragem no período de inverno (TAIZ; ZEIGER, 2004). No norte de Minas Gerais, há queda de temperatura nos meses de inverno. Essa queda pode permitir o cultivo do trigo e torna-o como mais uma opção para a produção de forragem nos meses onde plantas C4 apresentam menor resposta (EMBRAPA, 2012). A irrigação dessas plantas é um fator preponderante, pois a redução de temperatura nessa região e em outras partes do Cerrado é acompanhada por baixa ou nenhuma precipitação (CUNHA *et al.*, 2006).

No contexto dos sistemas de produção de ruminantes no Cerrado, plantas de milho e sorgo são usadas para silagem no verão chuvoso, mas as áreas permanecem vazias após a colheita. Portanto, surge a oportunidade de se cultivar forrageiras adaptadas a baixas temperaturas para aumentar a oferta de forragem na entressafra e melhorar a cobertura do solo (TRINDADE *et al.*, 2006). Além disso, a sucessão com trigo pode ajudar no controle de doenças, pragas e adicionar matéria orgânica ao solo (FONTANELI *et al.* 2009; FOLCHINI *et al.*, 2022).

O cultivo do trigo para produção de forragem no Cerrado não é comum, devido à baixa adaptação a temperaturas elevadas e a curta janela de cultivo. Por isso, cultivares capazes de produzir em temperaturas mais elevadas têm sido lançadas para expandir a utilização dessa planta (ANTUNES *et al.*, 2022). Nesse cenário, é importante avaliar sua adaptação por meio do potencial produtivo capacidade de adaptação e valor nutricional da forragem como forma de subsidiar sua recomendação (CRUZ *et al.* 2021).

A forragem de trigo pode ser utilizada para pastejo, ensilagem e fenação, mas a ensilagem é principal forma de conservação no Cerrado. Esse processo precisa ser realizado em estágio que associe elevada produção de forragem com o melhor valor nutricional (EMBRAPA, 2023). Esse ponto tende a acontecer entre os estágios de grão

leitoso e farináceo no trigo, sendo as maiores referências para estudos (CUNHA; CAIERÃO, 2023). Além disso, também é necessário observar o teor de matéria seca (MS) no momento da colheita, já que os melhores resultados do ponto de vista da conservação são obtidos entre 30 a 40% de MS. Contudo, o trigo apresenta o endosperma entre os estágios pastoso e farináceo com teor de MS maior que 40%, o que pode dificultar o processo de ensilagem (CONAB., 2017; CARLETTO *et al.*, 2020).

Assim, estudar as características produtivas, bromatológicas e fermentativas da silagem de cultivares de trigo, em diferentes momentos de colheita, pode ajudar a definir sua viabilidade como opção forrageira na região norte de Minas Gerais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a produção e característica químicas e fermentativas da silagem de cultivares de trigo colhidos em dois estágios de crescimento no norte de Minas Gerais.

2.2 Objetivos Específicos

Determinar a produção de massa verde e seca de cultivares de trigo colhidos em dois estágios fenológicos no norte de Minas Gerais para identificar cultivares mais produtivas.

Determinar a composição morfológica de cultivares de trigo colhidos em dois estágios fenológicos como forma de identificar plantas com partição mais favorável do ponto de vista qualitativo.

Determinar os teores de matéria seca, proteína bruta, fibras insolúveis em detergente neutro e ácido, extrato etéreo e cinzas da silagem de cultivares de trigo colhidos em dois estágios fenológicos no norte de Minas Gerais.

Determinar a digestibilidade *in vitro* da matéria seca cultivares de trigo colhidos em dois estágios fenológicos no norte de Minas Gerais.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 O Trigo

Ao longo de milênios, o trigo (*Triticum* spp.) se estabeleceu como um dos alicerces das civilizações. Essa planta vem sendo cultivada há cerca de 10.000 anos no sudoeste da Ásia e se destacou como um dos principais cereais que favoreceu a fixação dos humanos, antes nômades, e estabelecimento da civilização (FARIAS *et al.*, 2016; CAIERÃO *et al.*, 2016).

O trigo pode ser considerado um produto de escala global que integra diversas cadeias produtivas, especialmente o setor alimentício (Farias *et al.*, 2017). Seus grãos são a principal matéria-prima utilizada na produção de uma variedade de produtos que utilizam farinha, incluindo biscoitos, pães e massas. Apesar disso, os grãos e a parte aérea dessa planta também podem ser utilizados na alimentação animal.

Entre as mais de 20 espécies do trigo, as principais são a *Triticum monococcum*, *Triticum durum* e *Triticum aestivum*. Essa última, também denominada “trigo comum”, é a mais utilizada no Brasil e no mundo devido à sua produção de grãos e boa adaptação às variáveis climáticas (OLIVEIRA NETO; SANTOS, 2017).

Embora o trigo tenha sido tradicionalmente cultivado para a produção de grãos e em regiões de clima frio, algumas cultivares apresentam características que os tornam capazes de produzir em locais do Cerrado onde há queda na temperatura no inverno, como o norte de Minas Gerais. Diante disso, a capacidade de adaptação a climas variáveis associada ao seu valor nutricional tem despertado o interesse de pesquisadores e produtores para a alimentação dos bovinos (CUNHA; CAIERÃO, 2023). Ao crescer em temperatura limitante à maioria das gramíneas de clima tropical, o trigo passa a ser uma opção estratégica para combater a escassez de forragem na entressafra. Nessa condição, ele pode ser utilizado na forma de feno, silagem ou em pastejo (BECKER; GAI, 2019).

Em estudo de Bartmeyer *et al.* (2011), a cultivar de trigo BRS 176 foi utilizada no pastejo de bovinos mestiços Canchim x Angus, com peso médio de 260 kg. Os animais tiveram acesso irrestrito a água e sal mineralizado (8% de fósforo), resultando em um ganho de peso diário de 1,6 kg por cabeça. O experimento introduziu os animais para pastejo aos 50 dias de crescimento da cultura na região sul, no município de Castro (PR). Nesse trabalho notou-se redução da qualidade da forragem em função do tempo após o início do pastejo (Tabela 1).

Tabela 1. Proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN) e nutrientes digestíveis totais (NDT)

Dias após emergência	PB (%)	FDA (%)	FDN (%)	NDT (%)
80	17,60	30,81	55,44	60,91
95	13,16	32,98	62,96	58,42

Fonte: BARTMEYER *et al.* (2011).

Segundo Antunes (2022), a inclusão de cereais de inverno na alimentação animal é uma estratégia para os produtores enfrentarem o período de escassez de forragem durante os meses frios e o trigo apresenta alto valor forrageiro para pequenos e grandes ruminantes. Desse modo, o trigo pode ser utilizado para diversificar a dieta e contribuir para a saúde e produtividade do rebanho, especialmente em épocas de escassez de forragem.

Além disso, o cultivo do trigo tem sido recomendado para a produção de forragem, biomassa ou cobertura vegetal em sequência à colheita da cultura de verão. Apesar da maioria das cultivares de trigo ter sido desenvolvida para produção de grãos, existem cultivares de duplo propósito, que podem proporcionar biomassa aérea para alimentação animal ou cobertura vegetal (EMBRAPA, 2012). Dentre cultivares de duplo propósito temos, BRS Figueira, BRS Umbu, BRS Guatambu e BRS Tarumã, desenvolvidas pela EMBRAPA (HASTENPFLUG *et al.*, 2011).

3.2 Zoneamento agrícola do trigo

No Brasil, os principais estados produtores de trigo são o Rio Grande do Sul e Paraná (Tabela 2), representando 86,5% de toda a área produzida, enquanto Minas ocupa a terceira posição, com 168,7 mil ha plantados. Devido às condições climáticas favoráveis, avanços no melhoramento genético e à implementação de novas tecnologias, o trigo, mesmo sendo considerado uma cultura de inverno, está se expandindo para regiões mais quentes como o Cerrado (TRINDADE *et al.*, 2006).

Os Estados onde o cultivo de trigo mais se expandiu foram Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Bahia, respectivamente (Tabela 2). Dentre eles, Minas Gerais apresentou aumento de sua área em 56,3% e sua produção em 54,9% no período de 2022 e 2023 (CONAB, 2023).

Tabela 2. Demonstrativo de área e produção de trigo nas safras de 2022 e 2023.

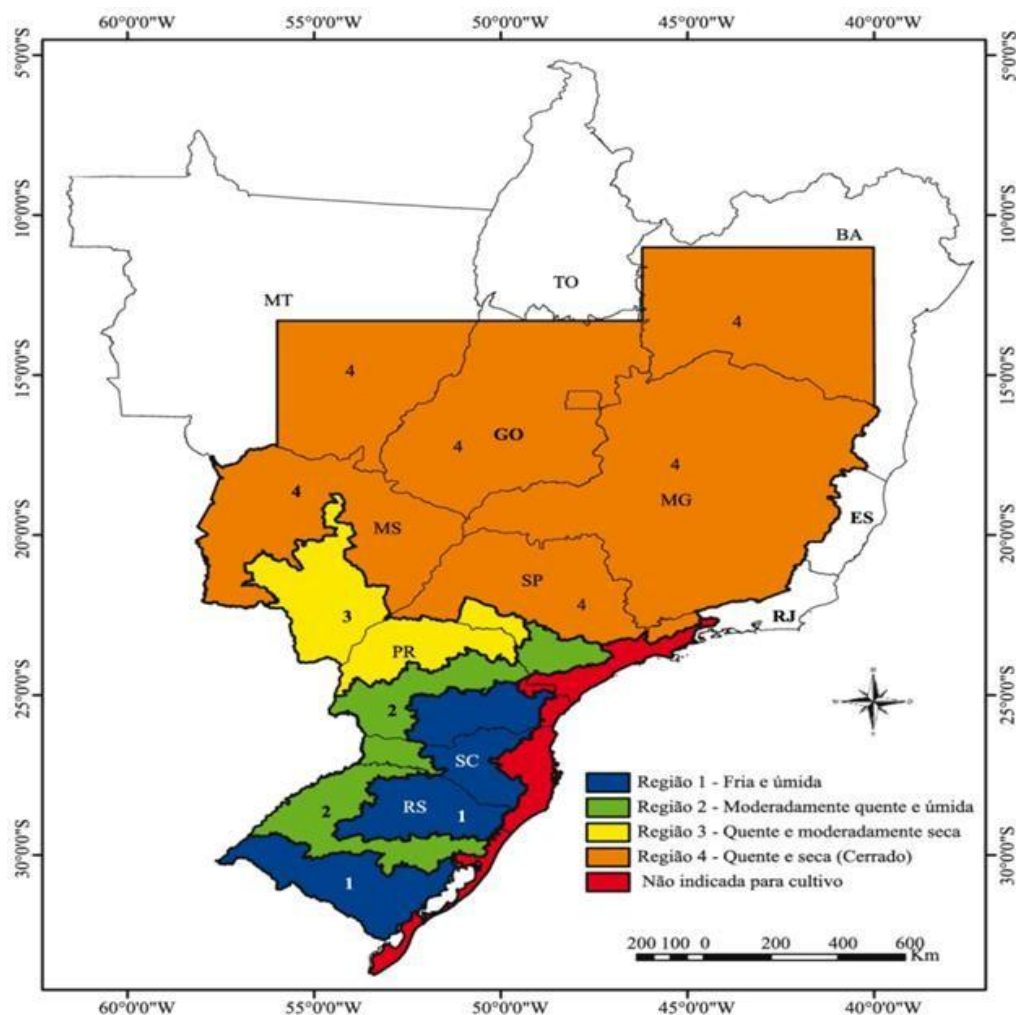
Estados produtores	Área (mil ha)			Produção (mil ton)		
	2022	2023	Variação	2022	2023	Variação
Rio Grande do Sul	1.454,6	1.485,1	2,1%	5.732,60	4.764,20	16,9%
Paraná	1.195,8	1.400,3	16,0%	3.501,30	4.270,90	22,0%
Minas Gerais	108,9	168,7	54,9%	298,7	467,0	56,3%
São Paulo	95,7	123,5	29,1%	307,4	420,8	36,9%
Goiás	60,0	80,0	33,3%	135	267,3	97,8%
Santa Catarina	140,5	134,0	4,6%	480,2	432,3	- 10,0%
Mato Grosso do Sul	20,5	45,5	122,0%	48,6	124,2	155,6%
Bahia	7,0	10,0	42,9%	39,9	57	42,9%
Distrito Federal	3,2	3,4	6,3%	10,7	14,1	31,8%

Adaptado de: CONAB, 2023.

Entre as estratégias utilizadas para o aumento da produtividade há o aperfeiçoamento de técnicas de manejo do solo, água e nutrientes como também o melhoramento genético para obter variedades de trigo mais resistentes e produtivas. Nesse sentido, diversas cultivares de trigo têm sido desenvolvidas para aumentar a produtividade e qualidade do grão, resultando em rendimentos de até 4 mil kg ha⁻¹ e redução de custos por unidade de produção. A escolha correta da cultivar é essencial para o sucesso da lavoura, e um dos principais parâmetros avaliados é a interação entre o genótipo e o ambiente (GUARIENTI *et al.*, 2019; OLIVEIRA NETO; SANTOS, 2017).

Diante das diferentes condições edafoclimáticas encontradas na vasta extensão territorial do Brasil, Cunha et al. (2006) avaliaram o regime hídrico durante a estação de crescimento do trigo nas diferentes zonas de produção para reordenar as regiões de adaptação da cultura no Brasil (Figura 1).

Figura 1. Regiões de adaptação para o trigo no Brasil.



Fonte: Cunha *et al.*, 2006.

Assim, foram estabelecidas quatro regiões para zoneamento agrícola do trigo sendo, Região 1 – fria e úmida, concentrada em altas altitudes dos estados do RS, SC e PR; Região 2 – moderadamente quente e úmida, concentradas em baixa altitude dos estados do RS, SC, PR e SP; Região 3 – quente e moderadamente seca, compreendendo o noroeste do PR, sudeste do MS e pequena porção de SP; Região 4 -quente e seca, compreendendo a região do Cerrado, nos estados de SP, MG, GO, MS, MT e BA. A região 4 também compreende a maior área agrícola do trigo, sendo recomendado o uso de cultivares sob irrigação e que não exigem frio e apresentem insensibilidade fotoperiódica (CUNHA *et al.*, 2006).

3.3 Características agronômicas

O trigo pertence à família Gramineae, tribo Triticeae, subtribo Triticinae e é caracterizado por possuir metabolismo C3, com adaptação mais favorável a ambientes que apresentem baixas temperaturas. Assim, o plantio no Cerrado é indicado entre os meses de março a junho, pois neste período as forrageiras de metabolismo C4, perdem a produtividade por serem mais adaptadas ao clima quente (EMBRAPA, 2012).

A estrutura do grão do trigo é formada pelo pericarpo, endosperma e gérmen, onde o primeiro é a camada protetora externa, rica em fibras e minerais. O endosperma é envolto pela aleurona, localiza-se na parte interna e representa cerca de 80% do peso do grão, sendo formado principalmente por carboidratos (amilose e amilopectina). O gérmen é o embrião, que contém teores consideráveis de proteína, lipídeos e minerais, também são uma excelente fonte de vitaminas do complexo B e E (CONAB, 2017).

O ciclo de desenvolvimento do trigo, apesar de ser um processo contínuo que envolve mudanças sucessivas, pode ser dividido em três fases principais: vegetativa, reprodutiva e de enchimento de grãos. A duração de cada subperíodo dentro dessas fases é determinada pela interação entre o genótipo da planta e as condições ambientais (RODRIGUES *et al.*, 2011).

Para alcançar alta produtividade nas culturas de trigo na região do Cerrado, é essencial uma adubação equilibrada. Devido à pobreza dos solos em nitrogênio, fósforo e potássio, é necessária a aplicação significativa desses nutrientes. Existem dois sistemas de adubação recomendados: correção total com manutenção do nível atingido e correção gradual (EMBRAPA, 2023).

As plantas de trigo devem ser cortadas ou pastejadas quando atingirem 25 a 35 cm de altura, deixando resíduo pós-pastejo entre 7 a 15 cm. Para evitar o corte do meristema apical, que reduz significativamente o rendimento de grãos, este procedimento deve ser feito até a formação do primeiro nó visível, para cultivares com crescimento prostrado, o corte ou pastejo deve começar quando as plantas estiverem com 20 cm a 30 cm de altura e o mesmo resíduo pós-pastejo de 7 cm a 15 cm. Dessa forma, o material para a ensilagem deve ser colhido nos estádios de grão pastoso a massa firme, ou com pré-murchamento se a planta foi colhida antes. A silagem de cereais de inverno é mais rica em proteína bruta do que a silagem de milho, porém possui índices inferiores de energia (EMBRAPA, 2023).

A planta de trigo, uma gramínea com sistema radicular fasciculado, desenvolve

perfilhos que brotam associados à planta-mãe (CUNHA; CAIERÃO, 2023). Dependendo das condições do solo e do clima, a avaliação de características produtivas auxilia na escolha da planta que melhor se adapte a finalidade desejada (Tabela 3).

Tabela 3. Caracterização de algumas cultivares de trigo desenvolvidas pelas empresas EMBRAPA, IAPAR e BIO Trigo.

Cultivares	Ano de lançamento	Ciclo	Altura (cm)	Resistência ao Acamamento
Trigo BRS 264	2005	Precoce	80	Moderadamente resistente
Trigo BRS 404	2015	Precoce/Médio	80	Resistente
Trigo BRS Atobá	2019	Precoce	80	Resistente
Trigo BRS Coleiro	2024	Médio	95	Resistente
Trigo BRS Jacana	2021	Precoce	75	Resistente
Trigo IPR Catuara	2012	Precoce	87	Moderadamente resistente
Trigo MGS Brilhante	2005	Precoce	80	Resistente
Trigo ORS 143	2016	Médio	77	Moderadamente resistente
Trigo TBIO Aton	2018	Médio	78	Suscetível
Trigo TBIO Calibre	2021	Super precoce	75	Moderadamente resistente

Fonte: O autor.

3.4 Silagem

Atualmente, estudos com culturas forrageiras ou sistemas de cultivo alternativos têm sido conduzidos com o objetivo de reduzir os efeitos negativos do déficit hídrico e da sazonalidade climática sobre a produção de forragem ao longo do ano (PINHEIRO *et al.*, 2021). Nesse sentido, a produção de silagem de gramíneas de inverno no sul e sudeste do Brasil torna-se uma estratégia promissora para preservação de alimentos por meio de silagem. Essas plantas crescem nos meses mais frios do ano, constituindo uma valiosa fonte de alimento para os animais durante os períodos de escassez de pastagens (ROSÁRIO *et al.*, 2015).

A ensilagem é um método eficaz de preservação de alimentos que se caracteriza por criar um ambiente anaeróbico propício ao crescimento de bactérias lácticas. Esses microrganismos metabolizam os carboidratos solúveis convertendo-os em ácidos orgânicos. A partir disso, ocorre a redução do pH que auxilia na preservação do material e inibe o crescimento de microrganismos indesejáveis, mantendo a qualidade nutricional durante todo o armazenamento (SILVA *et al.*, 2015).

A qualidade e o valor nutricional da silagem estão diretamente relacionados à manutenção de um pH suficientemente baixo e à falta de oxigênio para inibir a ação de microrganismos indesejáveis que iniciam a fermentação secundária. Além disso, as culturas forrageiras utilizadas para silagem devem possuir propriedades específicas a fim de garantir um processo de fermentação adequado, incluindo teor de matéria seca entre 30 e 40%, elevado teor de carboidratos solúveis e baixa capacidade tampão (MACÊDO *et al.*, 2019).

A obtenção de silagem de alta qualidade com plantas de trigo também depende da determinação adequada do momento da colheita. Em condições ideais, os parâmetros obtidos pela ensilagem de trigo se assemelham aos valores encontrados na silagem de milho, com teores médios de matéria seca entre 30 a 40% (ROSÁRIO *et al.*, 2015). Segundo os autores, o ideal é que o teor de MS da planta coincida com os grãos no estágio pastoso a farináceo.

A ensilagem do trigo é recomendada quando o grão estiver no estágio pastoso a farináceo. Além disso, o manejo adequado, incluindo o regime de cortes, desempenha um papel importante na produção de forragem de trigo. Diferentes estratégias de corte podem impactar significativamente a produção de biomassa seca acumulada, com variações notáveis nas quantidades obtidas (CARLETTO *et al.*, 2020).

3.5 Composição bromatológica

As gramíneas anuais, assim como as perenes, apresentam mudanças consideráveis na qualidade bromatológica da forragem à medida que se desenvolvem. Assim, espera-se que o teor de proteína bruta e a digestibilidade diminuam com o crescimento da planta e isso se deve às diferentes proporções de caule, folhas e espigas nas fases de desenvolvimento da cultura. Dessa forma, a mudança na composição das plantas ao longo do tempo afeta diretamente a qualidade nutricional e a eficiência da silagem dessas gramíneas anuais (FONTANELI *et al.*, 2012).

Segundo Wrobel *et al.* (2018), a fase fenológica da colheita afeta a qualidade e a produtividade da silagem de trigo. Antes do florescimento, a planta tem mais folhas do que colmos, ao passo que se tornam mais ricas em amido no estágio de grão farináceo. Segundo os autores, o amido fornece maior quantidade de energia, quando presente nos grãos em alta quantidade. Ademais, a biomassa acumulada pela cultura aumenta gradativamente com o avanço dos estádios fenológicos.

A avaliação da digestibilidade dos alimentos é um aspecto relevante na nutrição animal, pois está diretamente relacionada ao consumo dos ruminantes. As técnicas *in vitro* são mais simples, de baixo custo, alta precisão e correlação com dados obtidos em testes *in vivo*. Vários fatores podem afetar a acurácia e confiabilidade desses testes, incluindo a qualidade do inóculo e o meio tampão (FARIA JÚNIOR *et al.*, 2007).

Uma das vantagens das técnicas *in vitro* para determinação da digestibilidade dos alimentos é a rapidez, uma vez que essa tecnologia é amplamente utilizada para analisar diferentes tipos de alimentos fornecidos a ruminantes, gerando resultados confiáveis e relevantes para a nutrição animal (ALCALDE *et al.*, 2001).

A composição bromatológica da silagem de diferentes cultivares de trigo e triticales foi avaliada em trabalho conduzido por Fontaneli *et al.* (2009) no município de Passo Fundo, Rio Grande do Sul. Na pesquisa, as plantas foram colhidas no estágio de grão em massa mole, com 30 a 35% de MS, (Tabela 4).

Tabela 4. Avaliação de silagem de cereais de inverno quanto à concentração de nutrientes (PB, FDN e FDA), e a digestibilidade da matéria seca estimada (DMS).

Cereal de inverno	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	DMS (%)
Triticale BRS 148	8,1	66,1	35,6	61,2
Triticale BRS 203	8,3	64,7	36,4	60,5
Triticale Embrapa 53	9,3	63,4	33,9	62,5
Trigo BRS Figueira	8,8	61,6	34,5	62,1
Trigo BRS Umbu	8,0	64,6	35,6	61,2
Trigo BRS 277	9,0	63,9	35,5	61,2

Fonte: Adaptado de Fontaneli *et al.* (2009).

3.6 Referências

ALCALDE, C. R.; Machado, R. M.; Santos, G. T.; Picolli, R.; Jobim, C. C. Digestibilidade *in vitro* de alimentos com inóculos de líquido de rúmen ou de fezes de bovinos. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v. 23, n. 4, p. 917-921, 2001.

ANTUNES, J. Cereais de inverno ganham espaço na nutrição de bovinos para carnes nobres. Embrapa, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/70784029/cereais-de-inverno-ganham-espaco-na-nutricao-de-bovinos-para-carnes-nobres>.

BARTMEYER, T. N.; DITTRICH, J. R.; SILVA, H. A. D.; MORAES, A. D.; PIAZZETTA, R. G.; GAZDA, T. L.; CARVALHO, P. C. D. F. Trigo de duplo propósito submetido ao pastejo de bovinos nos Campos Gerais do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1247-1253, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000019>.

BECKER, C. C. E.; GAI, V. F. Análise morfológica em manejos de corte em trigo de duplo propósito e aveia. **Revista Cultivando o Saber**, p. 33-41, 2019.

CAIERÃO, E.; SCHEEREN, P. L.; CASTRO, R. L.; SILVA, M. S. Origem, evolução e melhoramento genético. In: Coleção 500 Perguntas 500 Respostas, Passo Fundo: Embrapa, 2016. P. 16-17. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1040211>.

CARLETTO, R.; Leão, G. F. M.; Neumann, M.; Horst, E. H. Influência do regime de cortes sobre a produção e valor nutricional de trigo cv. BRS Umbu para forragem. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 19, n. 3, p. 254-262, 2020. <https://doi.org/10.5965/223811711932020254>.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – Conab. A cultura do trigo. Organizado por Aroldo Antônio de Oliveira Neto e Candice Mello Romero Santos. Brasília: Conab, 2017. 218 p. Disponível em: https://www.conab.gov.br/uploads/arquivos/17_04_25_11_40_00_a_cultura_do_trigo_versao_digital_final.pdf. Acesso em: 16 maio 2024.

CONAB. Histórico Mensal de Trigo: Análise Mensal - Setembro, 2023. Superintendência de Estudos de Mercado e Gestão da Oferta, 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-trigo>.

CRUZ, Natan Teles et al. Fatores que afetam as características morfogênicas e estruturais de plantas forrageiras. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, p. e5410716180-e5410716180, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16180>.

CUNHA, G. R. da; CAIERÃO, E. Informações técnicas para trigo e triticales: safra 2023. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 15., Brasília, 2022. Anais. Brasília: Embrapa, 2023. p. 142. Disponível em: [InformacoesTecnicasTrigoTriticale-Safra2023-A4-CAPA1.ai](#).

DA CUNHA, G. R.; SCHEEREN, P. L.; PIRES, J. L. F.; MALUF, J. R. T.; PASINATO, A.; CAIERÃO, E.; SVOBODA, L. Regiões de adaptação para trigo no Brasil. Embrapa

Trigo. Circular Técnica Online, v. 20, 2006. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1024435>.

DA SILVA, G. M.; DA SILVA, F. F.; SCHIO, A. R.; DE ALMEIDA MENESES, M.; BALISA, D. L.; DE SOUZA, D. D.; & CAIRES, R. S. Fatores anti-qualitativos em silagens. **Pubvet**, v. 9, p. 502-557, 2015.

DE FARIA JÚNIOR, W. G.; COLODO, J.; JAYME, C.; de FARIA, W. G.; GONÇALVES, L.; BORGES, I.; & SALIBA, E. Digestibilidade "in vitro" Daisy II (ANKOM): comparação de meios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 101-119, 2007.

DO ROSÁRIO, J. G.; NEUMANN, M.; UENO, R. K.; MARCONDES, M. M.; & Mendes, M. C. Produção e utilização de silagem de trigo. **Applied Research & Agrotechnology**, v. 5, n. 1, p. 207-218, 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul- brasileira. Brasília: Embrapa, Cap. 5, p. 173-218. 2012.

FARIAS, A. R.; MINGOTI, R.; HOLLER, W. A.; SPADOTTO, C. A.; LOVISI FILHO, E.; DA CUNHA, G. R.; ELIO LOVISI FILHO, S. G. T. Potencial de produção de trigo no Brasil a partir de diferentes cenários de expansão da área de cultivo. 2016. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1061115>.

FARIAS, A.; DOSSA, A.; MINGOTI, R., ACOSTA; A. D. S., DA CUNHA, G. R.; SPADOTTO, C.; CLAUDIO APARECIDO SPADOTTO, S. G. T. E. Dinâmica espacial da cultura do trigo no Brasil no período de 1990 a 2014. 2017. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1082781>.

FOLCHINI, J. A.; BONDAN, C.; FONTANELI, R. S.; SILVEIRA, D. C.; SCHAEFER, A. H.; ZENI, M.; MANUELE, Z. Rendimento e produtividade de trigo duplo propósito. **Revista Concilium**, v. 22, n. 7, 2022. <https://doi.org/10.53660/CLM-698-756>.

FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S.; DOS SANTOS, H. P. Gramíneas Forrageiras Perenes de Inverno. Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na Região Sul-Brasileira, v. 2, p. 219-227, 2012.

FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. D.; NASCIMENTO JUNIOR, A. D.; MINELLA, E.; CAIERÃO, E. Rendimento e valor nutritivo de cereais de inverno de duplo propósito: forragem verde e silagem ou grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 2116-2120, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001100007>.

GUARIENTI, E. M., et al. Classificação comercial indicativa de cultivares de trigo da Embrapa - região homogênea de adaptação 4, safra 2020. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 13., 2019, Passo Fundo. Ata e Resumos... Passo Fundo: Ed. do Autor, p. 449-451. 2019.

HASTENPFLUG, M.; BRAIDA, J. A.; MARTIN, T. N.; ZIECH, M. F.; SIMIONATTO, C. C.; CASTAGNINO, D. S. Cultivares de trigo duplo propósito submetidos ao manejo nitrogenado e a regimes de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, p. 196-202, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352011000100029>.

MACÊDO, A. J. D. S.; NETO, J. M. C.; SILVA, M. A.; SANTOS, E. M. Potentialities and limitations of forage plants for silage: review. **Brazilian Journal of Hygiene and Animal Sanitary**, v. 15, n. 1, p. 1-17, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/1981-2965.20210003>.

OLIVEIRA NETO, A. A. de; SANTOS, C. M. R. A cultura do trigo. Brasília: Companhia Nacional De Abastecimento (CONAB), p. 218, 2017. Disponível em: Versão do arquivo OliveiraNeto-Santos_Aculturadotrigo.pdf.

PINHEIRO, A. G.; SOUZA, L. S. B.; JARDIM, A. M. R. F.; ARAÚJO JÚNIOR, G. N.; ALVES, C. P.; SOUZA, C. A. A.; SILVA, T. G. F. Lacunas de produtividades e estratégias de cultivo na melhoria da produção de forragem para a região semiárida brasileira-Revisão. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 04, p. 2403-2426, 2021.

RODRIGUES, D. A.; AVANZA, M. F. B.; DIAS, L. G. G. G. Sobressemeadura de aveia e azevém em pastagens tropicais no inverno-revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v. 9, n. 16, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, p. 858, 2017.

TRINDADE, M. D. G.; Stone, L. F.; Heinemann, A. B.; Cánovas, A. D.; Moreira, J. A. Nitrogênio e água como fatores de produtividade do trigo no cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, p. 24-29, 2006. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662006000100004>.

WROBEL, F. L.; NEUMANN, M.; LEÃO, G. F. M.; SANDINI, I. E.; Poczynek, M.; & MARAFON, F. Qualidade da silagem de trigo produzida sob níveis de adubação nitrogenada em dois estádios fenológicos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 17, n. 4, p. 539-546, 2018.

4 ARTIGOS

4.1 Artigo 1- Produção e ensilagem de cultivares de trigo no Cerrado

Artigo elaborado conforme normas da Revista New Zealand Journal of Agricultural Research.

1 **Produção e ensilagem da planta inteira de trigo em clima tropical**

2 Forage Production and Ensiling of Whole Wheat Plant in a Tropical Climate

3 Pedro Pereira Santos Junior* ⁽¹⁾, Bruno Augusto Mourão Sepulveda ⁽¹⁾, Brenda Caroline Silva
4 ⁽¹⁾, Leonardo Lopes Braga ⁽¹⁾, Leonardo Souza Silva de Jesus ⁽¹⁾, Maria Fernanda Pereira
5 Batista ⁽¹⁾, Thiago Gomes dos Santos Braz ⁽¹⁾, Mário Henrique França Mourthé ⁽¹⁾

6 ⁽¹⁾ Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias, Avenida
7 Universitária, nº 1.000, CEP 39404-547, Montes Claros, MG, Brasil.*Autor para
8 correspondência E-mail: pedropsantosjr@gmail.com

9 **RESUMO**

10 Objetivou-se avaliar a produção e ensilagem de 10 cultivares de trigo. Foram avaliados a altura
11 (ALT) produção de massa seca (PMS) e composição morfológica das plantas. As plantas foram
12 conservadas em silos de PVC e avaliadas quanto ao pH, perdas por gases (PG) e efluentes (PE),
13 composição bromatológica e digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS). As cultivares não diferiram
14 quanto a PMS (6714,0 kg ha⁻¹). A cultivar MGS Brilhante apresentou maior ALT (114,7 cm) e
15 porcentagem de colmo %COL (60,3%) e menor porcentagem de espiga -%ESP (14,8%). A
16 cultivar IPR Catuara apresentou maior %ESP (53,5%) e junto com TBIO Calibre, a menor %COL
17 (38,2%). O pH (3,44) e a PG (3,30%) das silagens não diferiram entre as cultivares. As cultivares
18 BRS Coleiro, MGS Brilhante e TBIO Aton apresentaram as maiores PE com média de 10,93 kg
19 t⁻¹. A cultivar IPR Catuara apresentou o maior teor de CNF (432,23 g kg⁻¹) e junto com a TBIO
20 Calibre apresentaram as maiores DIVMS com média de 51,82%. As cultivares de trigo
21 apresentam o mesmo potencial para PMS, mas com composição morfológica diferente. As
22 cultivares IPR Catuara e TBIO Calibre apresentam silagens com maior DIVMS, e
23 potencialmente, com maior valor nutricional para os ruminantes.

24 **PALAVRAS-CHAVE:** forrageira de inverno, digestibilidade *in vitro*, porcentagem de espigas
25 *Triticum aestivum* L.

26 **ABSTRACT**

27 The objective was to evaluate the production and ensiling of 10 wheat cultivars. Plant height
28 (PLH), dry matter production (DMP), and morphological composition were evaluated. Whole
29 plants were conserved in PVC silos and evaluated for pH, gas losses (GL), effluents (EL),
30 bromatological composition, and *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD). The cultivars did not
31 differ in DMP (6714.0 kg ha⁻¹). The cultivar MGS Brilhante showed the greatest PLH (114.7 cm),
32 highest percentage of stem (%STE, 60.3%), and lowest percentage of spike (%SPI, 14.8%). The
33 cultivar IPR Catuara had the highest %SPI (53.5%) and, together with TBIO Calibre, the lowest

34 %STE (38.2%). Silage pH (3.44) and GL (3.30%) did not differ among cultivars. Cultivars BRS
35 Coleiro, MGS Brilhante, and TBIO Aton presented the highest EL, averaging 10.93 kg t⁻¹. The
36 cultivar IPR Catuara had the highest NFC content (432.23 g kg⁻¹) and, along with TBIO Calibre,
37 showed the highest IVDMD, averaging 51.82%. Wheat cultivars exhibit similar potential for
38 DMP but differ in morphological composition. Cultivars IPR Catuara and TBIO Calibre produce
39 silages with higher IVDMD and potentially greater nutritional value for ruminants.

40 **KEYWORDS:** winter forage, *in vitro* digestibility, percentage of spikes, *Triticum aestivum* L.

41 INTRODUÇÃO

42 A pecuária se destaca no agronegócio brasileiro, contribuindo significativamente para a
43 economia nacional. Com um rebanho que superou 238 milhões de cabeças em 2023 (IBGE,
44 2025), a sustentabilidade dessa atividade depende da disponibilidade de forragem,
45 especialmente durante os períodos de seca, quando a oferta de forragem no pasto diminui
46 drasticamente. Atualmente, o milho e o sorgo são culturas predominantes para a produção de
47 silagem no verão (Karnatam et al., 2023). No entanto, as áreas de cultivo costumam ficar
48 ociosas na entressafra (período de temperaturas mais baixas), período em que a temperatura é
49 ideal para o cultivo forrageiras de clima frio (Folchini et al., 2022).

50 Nesse contexto, a utilização de cereais de inverno surge como uma alternativa
51 estratégica para suprir a escassez de forragem. O trigo (*Triticum aestivum* L.) se destaca por seu
52 valor nutricional e pela capacidade de diversificar a dieta do rebanho, contribuindo para a
53 segurança alimentar dos animais e a otimização do uso do solo (Fontaneli et al., 2009;
54 Dall'agnol et al., 2022). A silagem de trigo pode se apresentar como uma fonte de interesse para
55 a nutrição de ruminantes, por sua habilidade em diversificar a dieta dos animais. No entanto,
56 ainda há lacunas no entendimento sobre suas práticas de cultivo e manejo, principalmente em
57 relação à variabilidade ambiental e às características genotípicas (Xu et al., 2022). Além disso,
58 a cultura do trigo em sucessão ao milho ou sorgo podem contribuir para interromper o ciclo de
59 pragas que acometem essas espécies.

60 O trigo uma planta do tipo C3 e exige temperaturas mais amenas para o seu cultivo. Ao
61 crescer em condições de temperatura limitante à maioria das gramíneas de clima tropical, o
62 trigo passa a ser uma opção estratégica para produzir forragem (Taiz et al., 2017). Seu ciclo de
63 crescimento curto também é interessante do ponto de vista agrônomo. Dessa forma, pesquisas
64 reportaram que cultivares de trigo apresentam respostas distintas quanto a estrutura
65 morfológica, altura, produção de biomassa seca e verde, teor de proteína bruta e digestibilidade,
66 influenciando diretamente o valor nutricional e o desempenho dos animais (Vieira et al., 2022;
67 Hastenpflug et al. 2011). No entanto, é necessário avaliar essas plantas em regiões com latitudes

68 mais baixas para testar sua capacidade de adaptação e possibilidade de expansão para áreas de
69 Cerrado. Entretanto, estudos comparando o desempenho produtivo entre cultivares de trigo
70 desenvolvidas na região sul com as do Cerrado brasileiro podem reduzir o déficit forrageiro
71 nestas regiões.

72 Portanto, o presente estudo foi desenvolvido para avaliar as características produtivas e
73 morfológicas da forragem e a qualidade da silagem de 10 cultivares de trigo no Cerrado
74 brasileiro.

75 MATERIAL E MÉTODOS

76 O experimento foi desenvolvido no Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da
77 Universidade Federal de Minas Gerais, localizado em Montes Claros-MG, altitude média de
78 648 metros, latitude 16° 44' 06" S, longitude 43° 51' 42" W). O clima é classificado como Aw:
79 Tropical subúmido, caracterizado por inverno frio e seco e verão quente e chuvoso. A
80 precipitação anual de 1083 mm e a temperatura média é de 22,7 °C (Alvares et al., 2013). Os
81 dados climáticos durante o período experimental foram coletados na estação meteorológica
82 posicionada a 500 m do campo experimental (Figura 1).

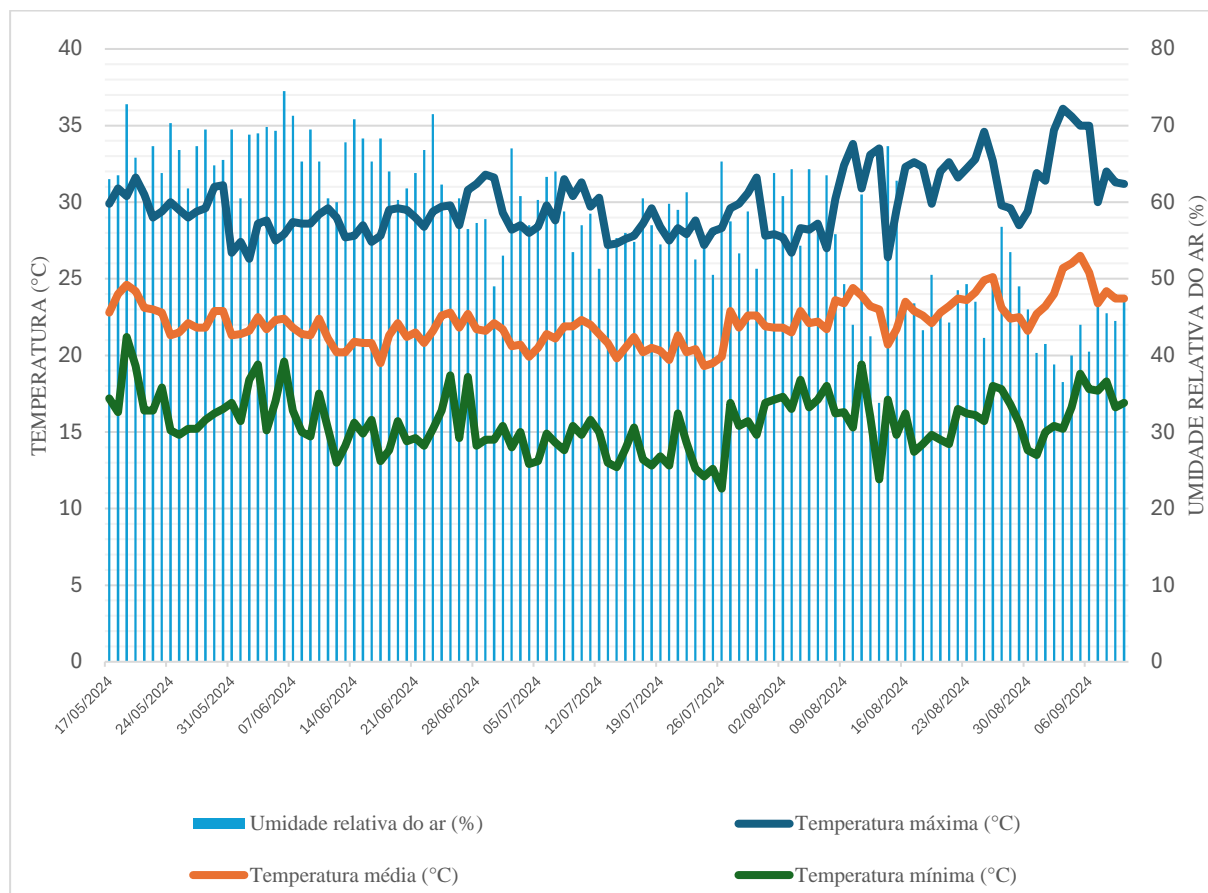
83 O solo da área experimental foi classificado como Cambissolo háplico (Sampaio;
84 Fernandes, 2021) de textura franco-argilosa. O solo foi amostrado na camada de 0-20 cm e as
85 características químicas e físicas foram obtidas conforme a metodologia de Teixeira *et al.*
86 (2017): pH = 7,0; P = 11,5 mg dm⁻³; K = 168,5 mg dm⁻³; Al = 0,0 cmolc dm⁻³; Ca = 8,11 cmolc
87 dm⁻³; Mg = 1,75 cmolc dm⁻³; M.O = 3,84 dag kg⁻¹; Argila = 36,36 dag kg⁻¹; Silte = 40,64 dag
88 kg⁻¹; Areia Total = 22,99 dag kg⁻¹.

89 Foram avaliadas 10 cultivares do trigo (*Triticum aestivum* L.), BRS 264, BRS 404, BRS
90 Atobá, BRS Coleiro, BRS Jacana, IPR Catuara, MGS Brilhante, ORS 1403, TBIO Aton e TBIO
91 Calibre. As sementes foram provenientes da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de
92 Minas Gerais – EPAMIG. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com dez
93 tratamentos (cultivares de trigo) e três repetições. Foram estabelecidas 30 parcelas de 3 x 2 m.

94 O teste de germinação foi realizado conforme (Brasil, 2009) com valor médio de
95 98±2%. O solo da área experimental foi preparado utilizando processos convencionais, com
96 uma aração e uma gradagem. O plantio foi realizado de forma manual, distribuindo 70 sementes
97 m⁻¹ de forma uniforme nas linhas de plantio espaçadas a cada 20 cm e com profundidade de 2
98 a 5 cm. A adubação de plantio foi realizada com fósforo e nitrogênio, o equivalente a 116 e 22
99 kg ha⁻¹ respectivamente, na forma de monoamônio fosfato. A adubação de cobertura foi
100 realizada 30 dias após a semeadura com o equivalente a 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de
101 ureia. Além da adubação, as plantas foram irrigadas por aspersão fixa, com aplicação da lâmina

102 média de 7,0 mm dia⁻¹ com tempo de irrigação de 40 minutos.

103 **Figura 1:** Umidade relativa do ar média (%) e temperaturas máximas, médias compensadas e
104 mínimas (°C) diárias obtidas de estação meteorológica posicionada a 500 m do campo
105 experimental.
106



107

108 Fonte: INMET 2025.

109

110 As plantas de cada parcela foram colhidas no estágio fenológico do grão em massa mole.
111 O período (PER, dias) entre o plantio e o momento da colheita foram mensurados. No momento
112 de colheita, foi mensurada a altura (ALT, cm), das plantas da base até a parte mais alta da
113 inflorescência, em cinco pontos aleatórios da parcela com auxílio de régua graduada em
114 centímetros. Como bordadura, foi descartada a forragem das duas linhas externas e dos 50 cm
115 nas extremidades de cada linha. As plantas foram colhidas manualmente com uma foice e
116 manteve-se um resíduo de 10 cm após a desfolhação.

117 A massa fresca de forragem de cada parcela foi pesada, armazenada em sacos plásticos
118 etiquetados e conduzida até o laboratório, onde foi dividida em duas subamostras. A primeira
119 subamostra de 100g foi pré-seca em estufa de ventilação forçada a 55 °C durante 72 horas.
120 Após a pré-secagem, as amostras foram moídas em moinho de facas em peneira de 1 mm e

121 secas em estufa a 105° C por 24 horas para estimar a MS definitiva. De posse da produção de
122 massa fresca e do respectivo teor de massa seca (MS), foi obtida a produção de massa seca de
123 forragem com extrapolação para um hectare (PMS, kg ha⁻¹).

124 A segunda subamostra de 200g foi utilizada para determinar a composição morfológica,
125 por meio da separação manual da lâmina foliar (FOL), colmo + bainha (COL), espiga (ESP) e
126 material morto (MOR). Após a pré-secagem em estufa a 55 °C durante 72 horas, foi
127 determinada a proporção dos componentes, FOL%, COL%, %ESP e %MOR.

128 Para a confecção das silagens, amostras de cada parcela foram coletadas e processadas
129 em ensiladora estacionária (Nogueira®) regulada para tamanho de partícula de
130 aproximadamente 2 cm. Os silos experimentais foram feitos de tubos de PVC (Policloreto de
131 vinila) com diâmetro de 10 cm e 40 cm de comprimento. Na parte inferior do tubo foram
132 colocados 300 g de areia, previamente secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72
133 horas. Acima dessa camada foi acrescentado um tecido de viscose e uma tela de plástico para
134 impedir o contato da massa ensilada com a areia para quantificar a perda de efluentes.

135 Todos os silos foram preenchidos visando densidade mínima de 550 g kg⁻³ (Loures et
136 al., 2003). Os silos foram vedados com tampa de PVC de 10 cm dotada de válvula de escape
137 de gases do tipo Bunsen. O peso do recipiente vazio (silo com areia e tampa) e cheio de
138 forragem pesados e armazenados em local fresco e seco.

139 Após 30 dias de fermentação, os silos foram novamente pesados e abertos. A massa
140 ensilada foi homogeneizada e amostrada em 200 g para pré-secagem em estufa de ventilação
141 forçada a 55°C por 72 horas. Posteriormente, essa amostra foi moída em moinho tipo Wiley
142 com peneiras de 1 mm e analisadas quanto aos teores MS, proteína bruta (PB), fibras insolúveis
143 em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM),
144 conforme metodologia descrita por Detmam *et al.* (2012). O teor de carboidratos não fibrosos
145 (CNF) foi estimado pela equação proposta por Sniffen et al. (1992): $CNF = 100 - (PB +$
146 $FDN + EE + CINZAS)$. Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados pela
147 equação proposta por Kearl (1982): $NDT = 40,2625 + 0,1969PB + 0,4028 CNF +$
148 $1,903EE - 0,1379 FDA$.

149 O pH da silagem foi determinado em potenciômetro digital (PH 2600, Instrutherm). As
150 perdas por gases e efluentes foram estimadas conforme equações propostas por Schmidt (2006).

$$151 PG = [(PCen - Pen) \times MSen] - [PCab - Pen) \times MSab \times 100 \div [(PCen - Pen) \times MSen]$$

152 Onde: PG = Perdas por gases (% da MS); PCen = Peso do silo cheio na ensilagem (kg);
153 Pen = Peso do conjunto (silo + tampa + areia + tela + pano) na ensilagem (kg); MSen = Teor
154 de MS da forragem na ensilagem (%); PCab = Peso do silo cheio na abertura (kg); MSab = Teor

155 de MS da forragem na abertura (%).

$$156 \quad PE = (Pab - Pen) \times 1000 \times 100 \div (MVfe)$$

157 Onde: PE = Produção de efluente (kg/t de massa verde); Pab = Peso do conjunto (silo+
158 areia+ pano + tela) na abertura (kg); Pen = Peso do conjunto (silo + areia + pano +tela) na
159 ensilagem (kg); MVfe = Massa verde de forragem ensilada (kg).

160 O modelo estatístico utilizado para análise dos dados foi o $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ijk}$ em
161 que μ é a média populacional da variável resposta Y; τ_i é o efeito principal do i-ésimo
162 tratamento; β_j é o efeito principal do j-ésimo bloco; ϵ_{ijk} é o erro aleatório associado à
163 observação Y_{ij} .

164 Os dados de produção foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas
165 pelo teste de Skott Knott à 5% de significância. As análises estatísticas foram realizadas
166 utilizando-se o software R, versão 4.2.2 (R Core Team, 2022).

167 RESULTADOS

168 Houve efeito de cultivares sobre a ALT, %FOL, %ESP e %COL ($p < 0,05$), entretanto a
169 PMS, %MOR e PER foi semelhante ($p > 0,05$) entre as mesmas (Tabela 1).

170

171 **Tabela 1.** Características produtivas da planta inteira de cultivares de trigo em clima tropical

Cultivar	ALT (cm)	PMS (kg ha ⁻¹)	FOL (%)	ESP (%)	COL (%)	MOR (%)	PER (dias)
BRS 264	84,0 ^c	6465,7	8,2 ^b	44,4 ^b	45,3 ^c	2,2	83,3
BRS 404	86,7 ^b	6166,2	10,9 ^b	41,7 ^b	45,4 ^c	2,0	83,0
BRS Atobá	69,7 ^d	6607,9	11,7 ^b	43,4 ^b	43,4 ^c	1,6	84,7
BRS Coleiro	87,0 ^b	6756,9	17,0 ^a	37,9 ^b	43,6 ^c	2,5	84,7
BRS Jacana	80,0 ^c	6260,7	11,2 ^b	41,8 ^b	42,3 ^c	3,7	84,7
IPR Catuara	80,7 ^c	6675,4	7,0 ^b	53,5 ^a	37,3 ^d	2,2	83,3
MGS Brilhante	114,7 ^a	7555,0	20,6 ^a	14,8 ^d	60,3 ^a	4,4	89,3
ORS 1403	90,0 ^b	7108,4	18,2 ^a	24,5 ^c	52,1 ^b	5,2	85,3
TBIO Aton	80,7 ^c	7801,0	18,3 ^a	30,0 ^c	48,3 ^c	3,4	85,7
TBIO Calibre	70,0 ^d	5742,8	11,0 ^b	46,4 ^b	39,9 ^d	2,8	84,3
CV (%)	4,59	26,80	18,66	11,91	7,36	71,95	3,84

172 Letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.
173 ALT: altura da planta. PMS: produção de massa seca. FOL: porcentagem de lâmina foliar. ESP:
174 porcentagem de espiga. COL: porcentagem de colmo e bainha. MOR: porcentagem de material
175 morto. PER: período entre o plantio e a colheita.

176

177 As cultivares apresentaram média de PMS, %MOR e PER de 6714,0 kg ha⁻¹, 2,99% e
178 84,8 dias, respectivamente. A cultivar MGS Brilhante apresentou a maior ($p < 0,05$) ALT entre
179 as cultivares. Já as cultivares BRS Atobá e TBIO Calibre apresentaram menor ($p < 0,05$) ALT
180 entre as cultivares, com média de 69,85 cm.

181 As cultivares BRS Coleiro, MGS Brilhante, ORS 1403 e TBIO Aton apresentaram a
 182 maior %FOL ($p<0,05$) com média de 18,5% comparada as demais cultivares que apresentaram
 183 média de 10 %FOL. A cultivar IPR Catuara apresentou a maior %ESP, enquanto que a menor
 184 porcentagem foi apresentada pela MGS Brilhante ($p<0,05$). A % COL apresentou resultado
 185 inverso a %ESP, sendo que a MGS Brilhante apresentou maior ($p<0,05$) valor, enquanto que a
 186 IPR Catuara junto a cultivar TBIO Calibre apresentaram a menor ($p<0,05$) %COL com média
 187 de 38,2% entre as duas cultivares.

188 Em relação ao estudo das silagens, observou-se efeito ($p<0,05$) das cultivares sobre a
 189 PE, porém o pH e a PG foram semelhantes ($p<0,05$) entre as cultivares de trigo colhidas no
 190 estágio do grão em massa mole (Tabela 2).

191 **Tabela 2.** Características fermentativas da silagem da planta inteira de cultivares de trigo
 192 colhidos no estágio de grão massa mole

Cultivar	pH	PG (%)	PE (kg t ⁻¹)
BRS 264	3,52	2,97	5,30 ^b
BRS 404	3,43	3,40	3,15 ^b
BRS Atobá	3,46	4,44	5,34 ^b
BRS Coleiro	3,47	3,64	10,95 ^a
BRS Jacana	3,43	3,37	3,28 ^b
IPR Catuara	3,45	3,22	3,54 ^b
MGS Brilhante	3,46	2,76	10,72 ^a
ORS 1403	3,42	2,66	7,62 ^b
TBIO Aton	3,29	3,28	11,11 ^a
TBIO Calibre	3,45	3,22	4,33 ^b
CV (%)	1,62	15,83	38,44

193 Letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.
 194 pH: potencial hidrogeniônico. PG: perdas de matéria seca por gases. PE: perdas de matéria seca
 195 por efluentes.

196
 197 As médias do pH e a PG das silagens foram de 3,44 e 3,30%, respectivamente. As
 198 cultivares BRS Coleiro, MGS Brilhante e TBIO Aton apresentaram as maiores PE com média
 199 de 10,93 kg t⁻¹. As demais cultivares apresentaram PE semelhantes entre si ($p>0,05$) com média
 200 de 4,65 10,93 kg t⁻¹.

201 Houve efeito ($p<0,05$) das cultivares sobre os teores de FDN, FDA, CNF e NDT das
 202 silagens (Tabela 3). Já os teores de MS, PB, MM e EE das silagens foram semelhantes ($p>0,05$)
 203 entre as cultivares, respectivamente, com médias de 313,44, 52,74, 69,42 e 43,92 g kg⁻¹.

204
 205
 206
 207
 208

209 **Tabela 3.** Composição bromatológica da silagem da planta inteira de cultivares de trigo
 210 colhidas no estágio de grão massa mole

Cultivar	MS	PB	FDN	FDA	MM	EE	CNF	NDT
	(g kg ⁻¹)							
BRS 264	334,57	48,95	470,07 ^b	276,34 ^d	68,04	37,48	375,45 ^b	596,71 ^a
BRS 404	313,86	48,73	504,33 ^b	297,73 ^c	69,12	48,21	329,61 ^c	595,69 ^a
BRS Atobá	314,94	53,76	506,14 ^b	292,04 ^c	67,00	50,30	322,79 ^c	598,68 ^a
BRS Coleiro	307,20	54,02	554,60 ^a	324,82 ^b	71,58	43,63	276,17 ^d	562,73 ^b
BRS Jacana	317,00	56,36	529,21 ^a	302,74 ^c	72,62	38,99	303,83 ^c	568,35 ^b
IPR Catuara	360,95	48,82	421,58 ^c	244,34 ^e	65,33	32,04	432,23 ^a	613,62 ^a
MGS Brilhante	249,53	55,18	565,86 ^a	345,05 ^a	68,89	48,71	261,36 ^d	563,89 ^b
ORS 1403	304,74	54,83	578,59 ^a	344,40 ^a	72,86	53,52	240,21 ^d	564,52 ^b
TBIO Aton	291,05	56,18	542,10 ^a	315,37 ^b	72,62	52,05	277,04 ^d	580,85 ^b
TBIO Calibre	340,61	51,60	476,27 ^b	267,39 ^d	66,19	34,22	371,72 ^b	590,77 ^a
CV (%)	10,32	10,70	4,43	4,80	9,38	25,57	8,69	2,70

211 Letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.
 212 MS: matéria seca. PB: proteína bruta. FDN: fibra insolúvel em detergente neutro. FDA: fibra
 213 insolúvel em detergente ácido. MM: matéria mineral. EE: Extrato etéreo. CNF: carboidratos
 214 não fibrosos. NDT: nutrientes digestíveis totais.
 215

216 A cultivar IPR Catuara apresentou os menores ($p < 0,05$) teores de FDN e FDA (Tabela
 217 7) comparada as demais cultivares. Já as cultivares BRS Coleiro, BRS Jacana, MGS Brilhante,
 218 ORS 1403 e TBIO Aton apresentaram os maiores ($p < 0,05$) teores de FDN com média de 554,07
 219 g kg⁻¹. Semelhantemente aos teores de FDN, as cultivares MGS Brilhante e ORS 1403 também
 220 apresentaram os maiores ($p < 0,05$) teores de FDA com média de 344,27 g kg⁻¹.

221 A cultivar IPR Catuara apresentou a maior ($p < 0,05$) teor de CNF comparada as demais.
 222 Os menores ($p < 0,05$) teores de CNF foram apresentados pelas cultivares BRS Coleiro, MGS
 223 Brilhante, ORS 1403 e TBIO Aton com média de 263,69 g kg⁻¹.

224 As cultivares BRS 264, BRS 404, BRS Atobá, IPR Catuara e TBIO Calibre propiciaram
 225 silagens com maiores ($p < 0,05$) teores de NDT com média de 599,09 g kg⁻¹. As demais
 226 cultivares apresentaram teores de NDT semelhantes entre si ($p > 0,05$) com média de 568,07 kg
 227 t⁻¹.

228 Houve efeito ($p < 0,05$) das cultivares sobre a DIVMS das silagens (Tabela 4). Não houve
229 efeito das cultivares sobre a DIVFDN das silagens que apresentaram média de 17,91%.

230
231 Tabela 4. Digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) e da fibra insolúvel em detergente
232 neutro (DIVFDN) de silagens da planta inteira de cultivares de trigo colhidas no estágio de grão
233 massa mole

Cultivar	DIVMS (% da MS)	DIVFDN (% da FDN)
BRS 264	47,88 ^b	17,26
BRS 404	44,24 ^b	14,13
BRS Atobá	43,64 ^c	14,72
BRS Coleiro	36,54 ^c	14,33
BRS Jacana	44,78 ^b	20,35
IPR Catuara	53,07 ^a	15,23
MGS Brilhante	37,80 ^c	20,64
ORS 1403	40,33 ^c	23,94
TBIO Aton	37,63 ^c	15,01
TBIO Calibre	50,58 ^a	23,45
CV (%)	8,22	27,76

234 Letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

235

236 As silagens das cultivares IPR Catuara e TBIO Calibre apresentaram as maiores
237 ($p < 0,05$) DIVMS com média de 51,82%. Já os menores ($p < 0,05$) valores de DIVMS foram
238 observados para as cultivares BRS Atobá, BRS Coleiro, MGS Brilhante, ORS 1403 e TBIO
239 Aton com média de 39,19%.

240

DISCUSSÃO

241 A ALT da planta está ligada a fatores genéticos e ambientais (Ding et al., 2025).
242 Considerando que as condições climáticas e adubação foram semelhantes entre as cultivares, a
243 diferença observada na ALT pode ser explicada por variações morfológicas de cunho genético
244 entre as cultivares, bem como a capacidade de cada uma de responder ao cultivo em ambiente
245 com temperaturas mais elevadas. O alongamento do colmo também pode explicar o padrão de
246 resposta e estar associado a aspectos como o porte das plantas. A cultivar MGS Brilhante, por
247 sua vez, apresentou maior ALT e %COL comparado as demais cultivares, confirmando o padrão
248 de resposta.

249 A semelhança observada na PMS demonstrou que todas as cultivares de trigo
250 apresentaram potencial forrageiro no Cerrado, porém com variação na %ESP. Ressalta-se que
251 o trigo é uma planta com metabolismo do tipo C3 (Taiz et al., 2017) e o ensaio experimental
252 ocorreu no inverno de uma região de clima tropical megatérmico (Cerrado). O resultado
253 observado para a PMS indica que as condições climáticas não prejudicaram o desenvolvimento

254 das cultivares de trigo desenvolvidas para clima frio. Durante o período experimental, a
255 temperatura média variou de 21°C a 25,3°C, com mínima de 14,2 °C e máxima de 33,2 °C
256 (Figura 1). Temperaturas médias diárias entre 20°C e 26°C durante o ciclo vegetativo são ideais
257 para cultivares adaptadas, enquanto temperaturas máximas acima de 30°C durante a floração
258 reduzem a fertilidade e o rendimento de grãos. Para o estágio de grão em massa mole,
259 temperaturas de 18–24°C maximizam a produção de biomassa foliar (Manfron et al., 1993;
260 Stone; Nicolas, 1994).

261 Dados de produção encontrados na literatura, como os observados por Fontaneli et al.
262 (2009) no Rio Grande do Sul, com cultivares de trigo de duplo propósito (BRS Figueira, BRS
263 Umbu e BRS 277) em dois pontos de corte (30 cm de altura e estágio de grão em massa mole)
264 indicaram produção de biomassa de 6.100 kg ha⁻¹.

265 Os resultados de %COL e %ESP demonstraram que a cultivar MGS Brilhante
266 apresentou a maior %COL, menor %ESP e também estava no grupo das cultivares de trigo com
267 maior %FOL. Esse perfil de maior biomassa vegetativa indica que a MGS Brilhante pode
268 apresentar maior perfil para a produção de forragem para pastejo e para fenação, já que as partes
269 vegetativas foram os maiores componentes dessa cultivar. Neste sentido, as cultivares ORS
270 1403 e TBIO Aton também estavam no grupo de cultivares com a maior %FOL. Apesar de
271 terem apresentado maior %ESP que a MGS Brilhante, a ORS 1403 e TBIO Aton apresentaram
272 %ESP menores que as demais cultivares. Assim, considerando que todas as cultivares foram
273 colhidas no estágio reprodutivo, sugere-se que as três cultivares com maior %FOL tenha um
274 perfil mais forrageiro.

275 Além disso, a maior %COL da MGS Brilhante sugere características morfológicas e
276 fisiológicas que privilegiam a sustentação e o desenvolvimento do colmo. A MGS Brilhante é
277 uma cultivar precoce e resistente ao acamamento, com altura média de 80 cm, cuja robustez do
278 colmo pode ser um fator chave para sua resistência, permitindo um maior investimento na
279 biomassa estrutural. Essa característica pode ser desejável em sistemas que buscam maximizar
280 a PMS total (Demicheli et al., 2024). Entretanto, espera-se que com a maior %COL, menor seja
281 o aproveitamento da forragem pelos ruminantes.

282 O resultado observado para a %COL foi o inverso do observado para a %ESP,
283 evidenciando a dinâmica de alocação de biomassa da planta. Assim, a cultivar IPR Catuara
284 apresentou a maior %ESP e junto com a cultivar TBIO Calibre, apresentaram a menor % COL.
285 Isso pode indicar um maior potencial para a produção de grãos e, portanto, para a obtenção de
286 uma forragem com maior densidade energética. Esse perfil de planta nos remete aquelas que
287 seriam mais indicadas para a produção de silagem de alta qualidade, em detrimento de situações

288 de pastejo e fenação.

289 De fato, apenas as cultivares IPR Catuara e TBIO Calibre apresentaram maior %ESP
290 em relação a %COL, enquanto a BRS Atobá apresentou a mesma proporção entre esses
291 componentes (Tabela 1). De acordo com o desenvolvimento do grão, a espiga torna-se a
292 principal parte da planta dada a alocação preferencial de fotoassimilados, resultando em um
293 aumento significativo da sua massa e, conseqüentemente, da sua proporção na forragem (Li,
294 2023).

295 A semelhança observada para a %MOR podem estar relacionada ao fato do trigo ser
296 uma cultura anual e todas as cultivares terem apresentado o PER semelhante. Em plantas anuais,
297 o acúmulo de material morto pode estar associado com o avanço da maturidade em direção ao
298 encerramento do ciclo. Isso é fisiologicamente coerente com o progresso da senescência e a
299 translocação de nutrientes. À medida que a planta avança em seu ciclo reprodutivo e aloca
300 recursos para o enchimento dos grãos, as folhas basais e outras estruturas vegetativas mais
301 velhas senescem e morrem (Li, 2023).

302 De maneira geral, a composição morfológica das plantas variou de 7,0 a 20,6% na
303 %FOL, 37,3 a 60,3% na %COL, 14,8 a 53,5% na %ESP e média de 2,99% na %MOR.
304 Entretanto, a variação na composição morfológica entre as cultivares não resultou em diferença
305 nas PMS.

306 Quanto as características fermentativas e bromatológicas das silagens, também se
307 observou diferenças entre as cultivares. O baixo valor de pH observado entre as cultivares e o
308 baixo nível de PG foi resultado do processo adequado de ensilagem associado a características
309 intrínsecas das cultivares de trigo (Muck, 2010; Hu et al., 2024). Todos esses fatores
310 contribuíram para que as silagens atingissem valores em faixas ideais de conservação de 3,29
311 a 3,52.

312 No processo de fermentação da silagem, os maiores níveis de ácido láctico são
313 fundamentais, uma vez que este reduz o pH da silagem para uma faixa entre 3,8 e 4,2 o que
314 permite uma boa conservação da massa ensilada (Siqueira et al. 2007; Wang et al. 2022). A
315 redução da PG está relacionada à diminuição da atividade de Enterobacteriaceae e bactérias do
316 gênero *Clostridium*. Quando essas bactérias estão presentes, elas metabolizam lactato ou
317 açúcares, o que leva à produção de ácido butírico e dióxido de carbono (Jobim et al. 2007).

318 Os maiores fatores que contribuem para a queda mais eficiente no pH são teor de MS,
319 baixo poder tampão e alto teor de carboidratos solúveis (McDonald et al., 1991; Driehuis; Van
320 Wiksellar, 2000). Portanto, ao associar os resultados de baixo pH e PG, pode-se inferir que as
321 condições de ensilagem realmente permitiram queda eficiente do pH das diferentes cultivares.

322 Já o efeito demonstrado sobre PE observada entre as cultivares de trigo pode ser
323 atribuída, às diferenças na composição e estrutura da fibra das plantas (Loures et al., 2003),
324 uma vez que a MS foi semelhante para todas (média de 313,44 g kg⁻¹). As cultivares BRS
325 Coleiro, MGS Brilhante e TBIO Aton apresentaram PE média de 10,93 kg t⁻¹, também tiveram
326 altos teores de FDN e FDA. Dessa forma, uma maior proporção de colmo, caracterizado por
327 maior teor de fibras e pelas dimensões do diâmetro e altura, é determinante na resistência
328 estrutural da planta, o que influencia diretamente a quantidade de líquido, facilita o escape e
329 aumenta as PE (Pires et al., 2024). Em contrapartida, a cultivar IPR Catuara, com os menores
330 teores de FDN e FDA, mostrou menores PE, sugerindo que a menor rigidez estrutural favorece
331 maior compactação e menor liberação de efluentes.

332 A composição bromatológica das silagens variou entre as cultivares quanto a sua fração
333 de carboidratos, seja fibroso (FDN e FDA) e não fibroso (CNF). Conseqüentemente, houve
334 alteração nos teores de NDT.

335 Os maiores teores de FDN observados nas silagens das cultivares BRS Coleiro, BRS
336 Jacana, MGS Brilhante, ORS 1403 e TBIO Aton, que também apresentaram os menores teores
337 de CNF, com exceção da BRS Jacana. Conseqüentemente, essas mesmas cultivares estavam no
338 grupo das que propiciaram silagens com menores teores de NDT e DIVMS. Isso indica que
339 essas cultivares teriam o menor fornecimento de energia e aproveitamento de nutrientes pelos
340 animais.

341 Além disso, ao associar as características bromatológicas descritas anteriormente, com
342 as características produtivas, observou-se que MGS Brilhante e ORS 1403 estavam entre as
343 cultivares com maiores ALT, %COL e menor %ESP, o que pode indicar que essas têm o perfil
344 mais forrageiro. Essas cultivares também estavam no grupo que apresentaram os menores teores
345 de NDT e DIVMS. Dessa forma, o manejo dessas plantas pode ser direcionado para a colheita
346 no estágio de crescimento vegetativo até a fase final de alongamento do colmo.

347 Por outro lado, a cultivar IPR Catuara destacou-se apresentando os menores teores de
348 FDN e FDA e maior de CNF comparada as demais cultivares. Junto com a TBIO Calibre
349 estavam no grupo da cultivares que apresentaram o maior teor de NDT. Além disso, ao observar
350 as características produtivas, essas duas cultivares também estavam no grupo das que
351 apresentaram menor %COL e %MM e maior %ESP o que ajuda a explicar os maiores teores
352 de CNF e NDT. Conseqüentemente, as cultivares IPR Catuara e TBIO Calibre apresentaram os
353 maiores valores de DIVMS.

354 Ressalta-se que no colmo têm-se o predomínio de carboidratos fibrosos e na espiga a
355 maior presença de CNF, principalmente o amido. Apesar do teor de amido da espiga não ter

356 sido mensurado, infere-se que no estágio fenológico em que as plantas foram colhidas, que
357 houvesse o predomínio desse carboidrato nos grãos.

358 Portanto, ao considerar que a PMS foi semelhante entre as cultivares, as cultivares IPR
359 Catuara e TBIO Calibre seriam recomendadas como as melhores do estudo. Como os teores de
360 PB foram semelhantes entre as cultivares, os maiores teores de NDT e, principalmente, da
361 DIVMS indicam que as silagens dessas duas cultivares, apresentaram maior quantidade de
362 energia disponível para os ruminantes. Conseqüentemente, as silagens da cultivares IPR
363 Catuara e TBIO Calibre apresentaram o melhor valor nutricional comparado as demais
364 cultivares.

365 CONCLUSÃO

366 As cultivares de trigo apresentam o mesmo potencial para produção de massa seca, nas
367 condições do Cerrado, entretanto com composição morfológica diferente.

368 As dez cultivares avaliadas apresentam silagens isoproteicas, mas com diferentes teores
369 de FDN e NDT. As cultivares IPR Catuara e TBIO Calibre apresentam silagens com maior
370 digestibilidade *in vitro* da matéria seca, e potencialmente, com maior valor nutricional para os
371 ruminantes.

372 AGRADECIMENTOS

373 À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- CAPES, pela
374 concessão de bolsa de estudo. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais-
375 FAPEMIG, pelo financiamento ao projeto. Ao Grupo de Estudos em Gado de leite do
376 ICA/UFMG, pelo apoio na realização da pesquisa.

377

378 REFERÊNCIAS

379 Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. D. M., & Sparovek, G. (2013).
380 Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische zeitschrift*, 22(6), 711-728.
381 <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

382

383 Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2009). *Regras para análise de*
384 *sementes*. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 395. Disponível em:
385 [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/lfda/arquivos-publicacoes-laboratorio/regras-](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/lfda/arquivos-publicacoes-laboratorio/regras-para-analise-de-sementes.pdf/view)
386 [para-analise-de-sementes.pdf/view](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/lfda/arquivos-publicacoes-laboratorio/regras-para-analise-de-sementes.pdf/view). Acesso em: 21 outubro 2025.

387

388 Carletto, R., Leão, G. F. M., Neumann, M., & Horst, E. H. (2020). Influência do regime de

389 cortes sobre a produção e valor nutricional de trigo cv. BRS Umbu para forragem. *Revista de*
390 *Ciências Agroveterinárias*, 19(3), 254-262. <https://doi.org/10.5965/223811711932020254>
391

392 Core Team, R. (2022). R foundation for statistical computing. *Chin J Hepatol*, 30, 9-20.

393 Dall, E., Zeni, M., & Bondan, C. (2022). Misturas de cereais de inverno de duplo propósito
394 para silagem de planta inteira. *Research, Society and Development*, 11(8), e45511830938-
395 e45511830938. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i8.30938>
396

397 Demicheli, P. M., Albuquerque, C. J., Coelho, M. A. D. O., Monção, F. P., Aspiazú, I., Dantas,
398 T., ... & Rigueira, J. P. S. (2024). Agronomic and bromatological characteristics of forage wheat
399 under different fertilization managements and densities. *Revista Caatinga*, 37, e12195.
400 <https://doi.org/10.1590/1983-21252024v37i12195rc>
401

402 Driehuis, F., & van Wikselaar, P. G. (2000). The occurrence and prevention of ethanol
403 fermentation in high-dry-matter grass silage. *Journal of the Science of Food and*
404 *Agriculture*, 80(6), 711-718. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-
405 0010\(20000501\)80:6<711::AID-JSFA593>3.0.CO;2-6](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(20000501)80:6<711::AID-JSFA593>3.0.CO;2-6)
406

407 Folchini, J. A., Bondan, C., Fontaneli, R. S., Silveira, D. C., Schaefer, A. H., Zeni, M., ... &
408 Manuele, Z. (2022). Rendimento e produtividade de trigo duplo propósito. *Revista*
409 *Concilium*, 22(1). <https://doi.org/10.53660/CLM-698-756>
410

411 Fontaneli, R. S., Fontaneli, R. S., Santos, H. P. D., Nascimento Junior, A. D., Minella, E., &
412 Caierão, E. (2009). Rendimento e valor nutritivo de cereais de inverno de duplo propósito:
413 forragem verde e silagem ou grãos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 2116-2120.
414 <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001100007>
415

416 Hu, Y., Pan, G., Zhao, M., Yin, H., Wang, Y., Sun, J., ... & Xue, Y. (2024). Suitable fermentation
417 temperature of forage sorghum silage increases greenhouse gas production: Exploring the
418 relationship between temperature, microbial community, and gas production. *Science of The*
419 *Total Environment*, 950, 175325. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.175325>
420

421 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agropecuária. Disponível em:
422 <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/br>. Acesso em: 21 maio 2025.

423 Instituto Nacional de Meteorologia. Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa -
424 BDMEP. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/#>. Acesso em: 14 maio 2025.

425

426 Jobim, C. C., Nussio, L. G., Reis, R. A., & Schmidt, P. (2007). Avanços metodológicos na
427 avaliação da qualidade da forragem conservada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 101-119.
428 <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007001000013>

429

430 Karnatam, K. S., Mythri, B., Nisa, W. U., Sharma, H., Meena, T. K., Rana, P., Vikal, Y., Gowda,
431 M., Dhillon, B. S., & Sandhu, S. (2023). Silage maize as a potent candidate for sustainable
432 animal husbandry development—Perspectives and strategies for genetic enhancement.
433 *Frontiers in Genetics*, 14, 1150132. <https://doi.org/10.3389/fgene.2023.1150132>

434

435 Kearl, L. C. (1982). *Nutrient requirements of ruminants in developing countries* (p. 381pp).

436

437 Li, Z., Zhao, T., Liu, J., Li, H., & Liu, B. (2023). Shade-induced leaf senescence in
438 plants. *Plants*, 12(7), 1550. <https://doi.org/10.3390/plants12071550>

439

440 Loures, D. R. S., Garcia, R., Pereira, O. G., Cecon, P. R., & Souza, A. L. D. (2003).
441 Características do efluente e composição químico-bromatológica da silagem de capim-elefante
442 sob diferentes níveis de compactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32, 1851-
443 1858. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982003000800007>

444

445 Manfron, P. A., Lazzarotto, C., & Medeiros, S. L. P. (1993). WHEAT-Agrometeorology
446 Aspects. *Ciência Rural*, 23, 233-239. <https://doi.org/10.1590/S0103-84781993000200021>

447

448 McDonald, P., Henderson, A. R., & Heron, S. J. E. (1991). *The biochemistry of silage*. (2^a ed.)
449 (p. 340-pp).

450

451 Muck, R. E. (2010). Silage microbiology and its control through additives. *Revista Brasileira*
452 *de Zootecnia*, 39, 183-191. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001300021>

453

454 Pires, F. R., Rocha Júnior, P. R. D., Cavalcanti, A. C., Nascimento, A. L., Nardotto Júnior, A.
455 O., Almeida, M. S. D., ... & Bonomo, R. (2024). Forage performance in silage production under
456 water deficit conditions. *Revista Caatinga*, 37, e12345. [40](https://doi.org/10.1590/1983-</p></div><div data-bbox=)

457 [21252024v3712345rc](#)

458 Sampaio, R. A., & Fernandes, L. A. (2021). Aspectos geológicos e pedológicos dos solos do
459 município de Montes Claros–MG. *Caderno de Ciências Agrárias*, 18, [2447-6218](#).
460 <https://doi.org/10.35699/2447-6218.2021.33964>

461

462 Siqueira, G. R., Reis, R. A., Schocken-Iturrino, R. P., Pires, A. J. V., Bernardes, T. F., & Amaral,
463 R. C. D. (2007). Perdas de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e
464 bacterianos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 2000-2009. [https://doi.org/10.1590/S1516-
465 35982007000900008](https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000900008)

466

467 Sniffen, C. J., O'connor, J. D., Van Soest, P. J., Fox, D. G., & Russell, J. B. (1992). A net
468 carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein
469 availability. *Journal of animal science*, 70(11), 3562-3577.
470 <https://doi.org/10.2527/1992.70113562x>

471

472 Stone, P. J., & Nicolas, M. E. (1994). Wheat cultivars vary widely in their responses of grain
473 yield and quality to short periods of post-anthesis heat stress. *Functional Plant Biology*, 21(6),
474 887-900. <https://doi.org/10.1071/PP9940887>

475

476 Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2017). *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*.
477 Artmed Editora.

478

479 Vieira, E. M., Albuquerque, C. J. B., Rigueira, J. P. S., Gomes, V. M., de Oliveira Coelho, M.
480 A., Júnior, V. R. R. R., ... & Gomes, M. L. R. (2022). Produção e valor nutricional de cultivares
481 de trigo e triticale em diferentes épocas de colheita no semiárido mineiro. *Semina: Ciências*
482 *Agrárias*, 43(1), 381-396. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2022v43n1p381>

483

484 Wang, Z., Tan, Z., Wu, G., Wang, L., Qin, G., Wang, Y., & Pang, H. (2022). Microbial
485 community and fermentation characteristic of whole-crop wheat silage treated by lactic acid
486 bacteria and *Artemisia argyi* during ensiling and aerobic exposure. *Frontiers in*
487 *Microbiology*, 13, 1004495. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.1004495>

488

489 Xu, L., Hu, Y., Li, X., Yin, X., Tang, G., & Zhang, J. (2022). Effects of wheat-legume cultures

490 on the fermentation quality and protein degradation of silage. *Grassland Science*, 68(1), 13-22.

491 <https://doi.org/10.1111/grs.12329>

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As cultivares apresentaram diferenças significativas na produção de massa verde e massa seca, sendo que a cultivar MGS Brilhante destacou-se por maior altura e porte forrageiro, enquanto as cultivares IPR Catuara e TBIO Calibre apresentaram maior proporção de espiga, apontando perfis distintos para utilização em pastejo ou silagem.

Quanto à composição da silagem, as cultivares IPR Catuara e TBIO Calibre se destacaram por menores teores fibrosos e maior conteúdo de CNF, o que refletiu em maiores teores NDT e melhor DIVMS, sugerindo maior valor nutricional.

O presente estudo contribui para o avanço do conhecimento sobre a produção e qualidade da silagem de trigo no Cerrado, indicando as cultivares IPR Catuara e TBIO Calibre como as mais indicadas para obtenção de silagens de melhor valor nutricional, enquanto a cultivar MGS Brilhante se mostra promissora para produção de forragem destinada a pastejo e fenação.

Dessa forma, estudos futuros devem explorar o impacto da composição fibrosa nas perdas fermentativas, o efeito de aditivos e inoculantes no controle dessas perdas, e a relação entre as características químicas da silagem e o desempenho animal.