

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS - *CAMPUS* BAMBUÍ
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA

Mateus Guimarães Melo

**EFEITO DA DENSIDADE DE SEMEADURA NA COMPOSIÇÃO
BROMATOLÓGICA DE SILAGENS DE TRIGO**

BambuÍ

2025

MATEUS GUIMARÃES MELO

**EFEITO DA DENSIDADE DE SEMEADURA NA COMPOSIÇÃO
BROMATOLÓGICA DE SILAGENS DE TRIGO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Bacharelado em Zootecnia do
Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus*
BambuÍ para obtenção do grau de bacharel em
Zootecnia.

Orientador: Vinicius Silveira Raposo

BambuÍ
2025

Catálogo na Fonte Biblioteca IFMG - Campus Bambuí

M528e Melo, Mateus Guimarães.
Efeito da densidade de semeadura na composição bromatológica de silagens de trigo. / Mateus Guimarães Melo. – 2025.
20 f.

Orientador: Vinicius Silveira Raposo.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG, Curso Bacharelado em Zootecnia, 2025.

1. Trigo forrageiro. 2. Densidade de semeadura. 3. Silagem. I. Raposo, Vinicius Silveira. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG. III. Título.

CDD 636.08552

MATEUS GUIMARÃES MELO

**EFEITO DA DENSIDADE DE SEMEADURA NA COMPOSIÇÃO
BROMATOLÓGICA DE SILAGENS DE TRIGO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de BACHARELADO EM ZOOTECNIA, ofertado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - *Campus* BAMBUÍ, como parte dos requisitos para a obtenção do título de BACHAREL EM ZOOTECNIA.

Aprovado em 28 de julho de 2025, pela Banca
Examinadora:

Prof. Dr. Vinícius Silveira Raposo - IFMG *Campus* Bambuí -
Orientador(a) Prof. Dr Carlos Manoel de Oliveira - IFMG
Campus Bambuí
Me Konrad Passos e Silva - IFMG *Campus* Bambuí

Bambuí, 08 de abril de 2025.



Documento assinado eletronicamente por **Vinicius Silveira Raposo, Professor**, em 05/08/2025, às 08:59, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Konrad Passos e Silva, Técnico em Agropecuária**, em 05/08/2025, às 09:02, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Carlos Manoel de Oliveira, Professor**, em 05/08/2025, às 14:21, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **2259970** e o código CRC **A1918EA7**.

Resumo

Este trabalho avaliou o efeito de diferentes densidades de semeadura de trigo (300, 350, 400 e 450 plantas/m²) sobre a composição bromatológica da silagem. O experimento foi realizado no IFMG – *Campus* Bambuí, utilizando a cultivar Brilhante. As silagens foram analisadas quanto à matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), amido, nutrientes digestíveis totais (NDT) e nitrogênio amoniacal (N-NH₃). Os resultados indicaram que apenas o teor de N-NH₃ apresentou diferença significativa entre os tratamentos ($p < 0,05$), sendo menor nas densidades de 400 e 450 plantas/m², o que reflete uma fermentação mais eficiente. As demais variáveis não foram afetadas pelas densidades testadas, indicando estabilidade na composição nutricional da silagem. Conclui-se que densidades entre 400 e 450 plantas/m² são mais recomendadas, por favorecerem melhor qualidade fermentativa sem prejuízo ao valor nutricional.

Palavras-chave: Trigo forrageiro, Densidade de semeadura, Silagem, Qualidade bromatológica, Nitrogênio amoniacal.

ABSTRACT

This work evaluated the effect of different wheat sowing densities (300, 350, 400 and 450 plants/m²) on the chemical composition of silage. The experiment was carried out at IFMG – *Campus Bambuí*, using the *Brilhante* cultivar. The silages were analyzed for dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), ether extract (EE), starch, total digestible nutrients (NDT) and ammonia nitrogen (N-NH₃). The results indicated that only the N-NH₃ content showed a significant difference between treatments ($p < 0.05$), being lower at densities of 400 and 450 plants/m², which reflects a more efficient fermentation. The other variables were not affected by the tested densities, indicating stability in the nutritional composition of the silage. It is concluded that densities between 400 and 450 plants/m² are most recommended, as they favor better fermentation quality without compromising nutritional value.

Keywords: Forage wheat, Seeding density, Silage, Bromatological quality, Ammonia nitrogen.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Valores médios dos dados bromatológicos.....	15
--	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. OBJETIVO	6
3. JUSTIFICATIVA.....	7
4. REFERENCIAL TEÓRICO	8
4.1. Densidade de semeadura.....	8
4.2. Qualidade nutricional do trigo para forragem	9
4.3. Estádios Fisiológicos do trigo.....	10
4.4. Qualidade da silagem	11
5. METODOLOGIA.....	13
6. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	15
7. CONCLUSÃO.....	17
REFERÊNCIAS	18

1. INTRODUÇÃO

A silagem de trigo tem se consolidado como uma importante alternativa de forragem para ruminantes, especialmente em regiões onde a produção de outras forrageiras é limitada. Destacam que a produção e utilização da silagem de trigo pode ser uma prática eficiente, tanto para maximizar a produção de forragem quanto para manter a qualidade nutricional necessária ao bem-estar animal.

No entanto, a qualidade bromatológica da silagem está intimamente relacionada a diversos fatores agrônômicos, como a densidade de semeadura, que pode influenciar o teor de fibra, proteína e outros nutrientes essenciais para a alimentação animal. Dessa forma, a escolha das condições ideais de cultivo é crucial para garantir que a silagem seja nutritiva e de alta digestibilidade, fatores determinantes para a produção animal.

O manejo adequado da densidade de semeadura tem sido um tema recorrente na pesquisa agrícola, uma vez que pode impactar diretamente a produtividade e qualidade das silagens. No caso do trigo forrageiro, diferentes manejos de adubação e densidades de semeadura podem alterar a composição bromatológica das silagens, revelando que densidades mais altas de semeadura podem resultar em maior produção de biomassa, mas podem comprometer o teor de nutrientes, especialmente em relação à proteína e à fibra. Esse equilíbrio entre produtividade e qualidade é essencial para o sucesso da silagem de trigo em sistemas de alimentação animal.

Além disso, a utilização de cultivares de trigo com características específicas, como o trigo duplo propósito, que combina a produção de grãos e forragem, tem mostrado potencial para melhorar a eficiência do uso de recursos e otimizar a qualidade das silagens. O trigo duplo propósito apresenta bom desempenho em sistemas de produção, com alta produção de biomassa, o que pode contribuir positivamente para a produção de silagem de alta qualidade, especialmente em regiões com demanda por forragem durante o período de estiagem.

2. OBJETIVO

Avaliar o impacto de diferentes densidades de semeadura de trigo sobre a composição bromatológica e a qualidade da silagem, por meio da análise dos teores de Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA), Extrato Etéreo (EE), Matéria Mineral (MM), Amido, das características fermentativas e da identificação da densidade que proporcione o melhor equilíbrio entre produtividade e qualidade da silagem para ruminantes.

3. JUSTIFICATIVA

A escolha do tema se justifica pela crescente necessidade de otimizar a produção de forragem de alta qualidade para ruminantes, especialmente em um contexto em que a sustentabilidade e o uso eficiente de recursos são prioridades.

O trigo apresenta-se como uma opção viável para a produção de silagem em épocas de entressafra, mas existem lacunas de conhecimento sobre como diferentes densidades de semeadura influenciam sua composição nutricional e qualidade fermentativa.

Esse estudo pode contribuir para o aprimoramento das técnicas de manejo agrícola e fornecer subsídios para o desenvolvimento de práticas de cultivo mais eficientes, que atendam à demanda por alimentos de qualidade na pecuária. Além disso, o conhecimento gerado poderá ser útil para produtores e técnicos na tomada de decisões relacionadas ao manejo de culturas forrageiras.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1. Densidade de sementeira

A densidade de sementeira desempenha papel fundamental na eficiência de captação de recursos pelas plantas, impactando diretamente o potencial produtivo das culturas agrícolas. Sua definição é influenciada pela interação entre genótipo, ambiente e práticas de manejo. No caso do trigo, uma cultura caracterizada pelo perfilhamento, determinar a densidade ideal de plantas no estande representa um grande desafio. A produtividade máxima está relacionada à habilidade do genótipo em formar perfilhos férteis, o que influencia diretamente o número de grãos por unidade de área. Além disso, um espaçamento adequado entre as plantas promove o uso eficiente de recursos como luz, água e nutrientes (OZTURK, GAGLAR e BULUT, 2006).

De acordo com a Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo (2020), a densidade recomendada de sementeira por hectare depende tanto de fatores internos às sementes, como vigor, capacidade germinativa e peso de mil sementes, quanto de fatores externos, como fertilidade do solo, disponibilidade de água, espaçamento, sistema de cultivo e clima local. Em áreas de cultivo em sequeiro, recomenda-se de 350 a 450 sementes por metro quadrado.

Já em solos férteis e bem manejados, é possível adotar a densidade mínima desse intervalo. Para sistemas irrigados, sugere-se uma densidade entre 270 e 350 sementes por metro quadrado. No entanto, o uso excessivo de sementes pode elevar os custos de produção e aumentar a propensão ao acamamento.

Cultivares com alta capacidade de perfilhamento conseguem compensar populações menores de plantas sem comprometer o rendimento. Nesses casos, o perfilhamento contribui significativamente para a produção de grãos, desde que as plantas tenham espaçamento adequado. Por outro lado, genótipos que apresentam baixa capacidade de perfilhamento requerem densidades de sementeira mais altas para alcançar o máximo rendimento, embora tendam a produzir espigas mais férteis e grãos com maior peso por planta (MOTZO, GIUNTA e DEIDDA, 2004).

Embora densidades elevadas de sementeira aumentem o número de plantas, elas podem reduzir o perfilhamento, afinar os caules e diminuir a massa de mil grãos, fatores que

podem limitar a produtividade. Essas condições também elevam o risco de acamamento e tornam as plantas mais suscetíveis a doenças (EVERS *et al.*, 2006).

Valério, Carvalho e Oliveira (2008), destacaram que genótipos com menor capacidade de perfilhamento dependem mais da densidade de plantas para obter altos rendimentos. Senger (2013), apontou que, embora densidades maiores reduzam o perfilhamento e o diâmetro dos caules, elas não afetam significativamente a produtividade.

Em um estudo realizado com a cultivar BRS Belajoia, Pires *et al.* (2021) não observaram variações significativas no rendimento de grãos ao testar densidades de 200 a 500 sementes viáveis por metro quadrado. Assim, alcançar um estande adequado é essencial para que as cultivares expressem plenamente seu potencial produtivo e mantenham estabilidade frente a condições climáticas adversas (FOLONI *et al.*, 2016).

4.2. Qualidade nutricional do trigo para forragem

O sucesso da utilização de forrageiras nos diferentes sistemas de produção está relacionado à escolha adequada das culturas e ao manejo eficiente. O valor nutricional das forrageiras varia significativamente entre espécies e é influenciado por fatores como o estágio de desenvolvimento, práticas de manejo, como corte ou pastejo, e fertilizações. Essa qualidade também pode oscilar dentro de uma mesma espécie devido a diferentes condições de cultivo, enquanto as exigências nutricionais variam conforme a espécie e a categoria animal (FONTANELI *et al.*, 2010).

O trigo, como cereal de inverno, possui composição química semelhante a outros cereais da estação, mas destaca-se por apresentar maior concentração de proteína bruta (PB) e menor teor energético quando comparado ao milho, frequentemente utilizado como fonte de energia na alimentação animal. Cultivares destinadas ao manejo de duplo propósito oferecem alta produção de massa verde, resistência ao pastejo e corte, além de boa produção de grãos durante o inverno (DEL DUCA *et al.*, 2000).

Cereais de inverno são indicados para produção de alimentos conservados, como silagem. Para esse fim, recomenda-se a colheita em estágios mais avançados, como o de grão pastoso ou farináceo, em comparação com o uso para pastejo (FONTANELI *et al.*, 2009; ROSÁRIO *et al.*, 2012).

Estudos realizados por Fontaneli e Fontaneli (2009) demonstraram que a composição nutricional de silagens de cereais de inverno, incluindo trigo, cevada, aveia, centeio e triticale, varia amplamente devido a fatores como tipo de solo, disponibilidade hídrica, estação de crescimento, adubação e maturidade no momento da colheita.

Na silagem de trigo, observaram-se valores médios de 14,4% de PB, 56,7% de fibra em detergente neutro (FDN), 38,2% de fibra em detergente ácido (FDA) e 1,38 Mcal.kg⁻¹ de energia líquida de lactação (ELI), posicionando-a como a silagem com maior teor de PB entre os cereais de inverno, com níveis intermediários de FDN e FDA.

De maneira geral, os cereais de inverno apresentam elevado valor nutricional e são capazes de conservar essas características quando convertidos em feno ou silagem, beneficiando o ganho de peso dos animais que os consomem. Estudos recentes reforçam a qualidade da silagem de trigo. Lehmen *et al.* (2014) identificaram, na base da matéria seca, valores de 8,3% de PB, 62,4% de FDN e 30,6% de FDA.

De forma semelhante, Horst *et al.* (2016) reportaram 8% de PB, 64% de FDN e 35% de FDA, demonstrando que o trigo possui maior concentração de proteína bruta em relação a outros cereais de inverno, como aveia, cevada e centeio. Em outro estudo, Mancipe-Muñoz *et al.* (2021) observaram variações no teor de FDN em 25 acessos de trigo, com valores entre 47,6% e 59,2%, evidenciando a diversidade química dentro da espécie.

4.3. Estádios Fisiológicos do trigo

O trigo (*Triticum aestivum L.*) é uma planta da família *Poaceae*, que pode atingir alturas entre 0,5 m e 1,5 m, apresentando coloração verde-brilhante em sua fase inicial. Durante o amadurecimento, a planta assume uma tonalidade dourada, e nos estágios iniciais de desenvolvimento, assemelha-se a gramíneas comuns. À medida que evolui, o trigo passa por diferentes fases de crescimento, caracterizadas por estádios de desenvolvimento específicos.

Esses estágios são influenciados por processos fisiológicos e fatores externos e internos, sendo essencial conhecer essas interações para otimizar o manejo dos recursos ambientais, como luz, água, temperatura e nutrientes, e, assim, maximizar a produção de grãos (RODRIGUES *et al.*, 2011).

Os principais aspectos ecofisiológicos que influenciam o cultivo do trigo incluem germinação, crescimento vegetativo, fenologia, formação e desenvolvimento da espiga, antese e enchimento de grãos. Fatores como temperatura, fotoperíodo, umidade, características do

solo, fertilização, reguladores vegetais, zoneamento agroclimático e épocas de semeadura e colheita são determinantes no ciclo da cultura (CASTRO; KUGLE, 1999; SOUZA; SILVA, 2011; WUADEN, 2019).

Segundo Large (1954), o ciclo fenológico do trigo é dividido em quatro fases principais: perfilhamento, alongamento, espigamento e maturação. A germinação ocorre em temperaturas mínimas de 4°C e máximas de 37°C, sendo a faixa ideal entre 20°C e 25°C. A umidade mínima para a germinação varia entre 35% e 45% da massa seca da semente. Nessas condições, as sementes absorvem água, aumentando seu tamanho e massa (CASTRO *et al.*, 2008).

Embora os estádios de desenvolvimento sejam comuns a todas as variedades, épocas de semeadura e condições ambientais podem alterar a duração e o início de cada fase.

A literatura descreve diferentes períodos para essas fases, mas estudos como os de Camargo e Felício (1990), Soares Sobrinho e Souza (1983) e Silva *et al.* (1996), apresentam intervalos aproximados para variedades de trigo cultivadas no Brasil.

1. Perfilhamento: Essa fase inicia-se entre 15 e 20 dias após a semeadura, com o surgimento dos primeiros perfilhos, e dura cerca de 15 a 25 dias, correspondendo aos estádios de desenvolvimento 1 a 5.
2. Alongamento: Começa entre 30 e 45 dias após a semeadura, com duração média de 20 a 25 dias, e abrange os estádios de desenvolvimento de 6 a 10.
3. Espigamento: Anunciado pelo emborrachamento, ocorre entre 50 e 60 dias em trigo de sequeiro e 60 a 70 dias em trigo irrigado, com duração média de 10 a 20 dias, correspondendo aos estádios 10.1 a 10.5.4.
4. Maturação: Abrange o período de desenvolvimento e amadurecimento dos grãos, ocorrendo entre 60 e 90 dias após a semeadura. Essa fase dura aproximadamente 30 a 40 dias, iniciando no estágio de grãos leitosos e terminando na maturação completa, compreendendo os estádios 11.1 a 11.4.

Essas etapas representam um ciclo fundamental para o desenvolvimento do trigo, com impactos diretos no manejo e produtividade da cultura.

4.4. Qualidade da silagem

A qualidade da silagem é determinada pelo sucesso do processo fermentativo e pelo valor nutritivo do material ensilado, fatores que dependem tanto da composição inicial da planta forrageira quanto da eficiência do método de conservação. O processo de ensilagem não

aumenta o conteúdo nutricional da planta, mas é essencial para manter o valor nutritivo existente. A eficiência da ensilagem está relacionada à minimização das perdas de nutrientes desde a colheita até o momento em que a silagem é fornecida aos animais. A avaliação da eficácia desse processo pode ser feita com base em parâmetros como pH, ácidos orgânicos e nitrogênio amoniacal.

O pH é um indicador chave da qualidade da silagem, pois sua redução durante o processo de fermentação diminui a atividade proteolítica das enzimas da forragem e impede o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, como clostrídios e enterobactérias. A faixa ideal de pH para uma silagem de qualidade varia entre 3,8 e 4,0 (MCDONALD *et al.*, 1991).

O nitrogênio amoniacal, por sua vez, é um subproduto das fermentações clostridiais realizadas por bactérias do gênero *Clostridium*. Sua concentração pode ser utilizada para classificar a qualidade da silagem. Segundo Benachio (1965), silagens classificadas como "muito boas" contêm de 0 a 10% de N amoniacal (em relação ao N total), "boas" apresentam de 10 a 15%, "aceitáveis" de 15 a 20%, e acima de 20% são consideradas "ruins". Em plantas forrageiras tropicais, os teores de N amoniacal podem variar de 1,9% a 28,7% do N total.

Para limitar o crescimento de clostrídios, a produção de ácido lático por bactérias do gênero *Lactobacillus* é fundamental. Este ácido reduz o pH, inibindo o desenvolvimento de clostrídios e impedindo o acúmulo de nitrogênio amoniacal na silagem. Além disso, o teor de umidade é um fator crítico. Níveis acima de 80% durante a ensilagem promovem fermentações indesejáveis, resultando em perdas de nutrientes, formação de ácido butírico e degradação proteica (AMARAL e NUSSIO, 2011).

A colheita do material deve garantir um teor de matéria seca entre 28% e 40%, pois valores abaixo de 28% favorecem fermentações indesejáveis, enquanto valores acima de 40% comprometem a compactação adequada do silo (JOBIM e NUSSIO, 2013).

A qualidade da silagem começa com a escolha de forrageiras de alto valor nutritivo, aliada ao uso de tecnologias adequadas em cada etapa do processo de ensilagem. É fundamental garantir a exclusão completa do ar dentro do silo para criar um ambiente anaeróbico ideal, essencial para um processo fermentativo eficiente e para a conservação adequada dos nutrientes.

5. METODOLOGIA

O presente estudo foi conduzido nas dependências da Unidade Experimental de Produção Vegetal do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia - *Campus* Bambuí, localizado na Fazenda Varginha – Rodovia Bambuí/Medeiros – Km 05 – Caixa Postal 05 – Bambuí – MG – CEP: 38.900. Trata-se de um estudo experimental, descritivo e quantitativo, cujo objetivo é avaliar a qualidade bromatológica da silagem de trigo plantado com diferentes densidades de semeadura.

Foram avaliadas quatro densidades de semeadura do trigo para a confecção das silagens. Os blocos experimentais foram plantados no dia 11/07/2024, utilizando a cultivar de trigo *Brilhante*, fornecida pela EPAMIG. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos e cinco repetições, correspondendo às seguintes densidades:

- **D1** – 300 plantas/m²
- **D2** – 350 plantas/m²
- **D3** – 400 plantas/m²
- **D4** – 450 plantas/m²

O preparo do solo foi realizado previamente a semeadura, seguindo as recomendações agronômicas para a cultura do trigo. A adubação de base foi feita utilizando 200 kg/ha do fertilizante formulado 6-30-10. A semeadura foi realizada manualmente, garantindo a uniformidade da distribuição das sementes em cada densidade avaliada, todos os blocos foram irrigados por aspersores durante 1 hora diariamente.

A colheita do trigo foi realizada no estágio ideal de ensilagem, quando a planta apresentou teor de matéria seca adequado para a conservação. O corte foi feito manualmente, e as plantas foram picadas em partículas de aproximadamente 2 cm, utilizando uma máquina forrageira estacionária da marca Pinheiro, modelo PP-47.

O material foi ensilado no dia 04/10/2024 em silos experimentais confeccionados a partir de tubos de PVC com capacidade de 2 litros. Cada silo teve tampa superior equipada com válvula do tipo “Bunsen” para permitir a liberação dos gases de fermentação. No fundo de cada silo foi colocado um saco de TNT contendo aproximadamente 200 g de areia fina seca para coleta de efluentes, conforme metodologia descrita por Salome (2021).

Durante o enchimento dos silos, o material foi compactado utilizando soquetes para garantir uma adequada densidade da silagem. No momento da ensilagem, amostras representativas de cada tratamento foram coletadas para determinação inicial do teor de matéria seca.

Os silos foram vedados com fita adesiva e armazenados em ambiente seco e coberto, sob temperatura ambiente, por um período de 85 dias. Após esse período, as tampas foram removidas e foram coletadas amostras representativas de aproximadamente 500 g de cada silo para análise bromatológica.

As análises da composição química da silagem foram realizadas no laboratório da PECUS Nutrição Animal, localizado na Avenida Bandeirantes, 2121 - Bom Despacho, MG – CEP 35600-000. Foram determinados os seguintes parâmetros bromatológicos:

- Matéria seca (MS)
- Proteína bruta (PB)
- Fibra em detergente neutro (FDN)
- Fibra em detergente ácido (FDA)
- Extrato etéreo (EE)
- Matéria mineral (MM)
- Nutrientes digestíveis totais (NDT)
- Amido

As análises foram realizadas utilizando a técnica de espectroscopia no infravermelho próximo (NIRs), com equipamento da marca *NeoSpectra by Si-Ware* com curva *DAIRYLAND Laboratories, Inc.* Calibrado com uma curva de referência específica para silagens de gramíneas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística por meio da análise de variância (ANOVA), e as médias foram comparadas pelo teste de *Tukey* a 5% de significância. Para a análise dos dados, foi utilizado o *software R*, garantindo rigor estatístico e precisão na interpretação dos resultados.

6. RESULTADO E DISCUSSÃO

Com base na tabela 1 de resultados bromatológicos da silagem de trigo submetida a diferentes densidades de semeadura (300, 350, 400 e 450 sementes/m²), observa-se que a única variável que apresentou diferença estatística significativa ($p < 0,05$) foi o teor de nitrogênio amoniacal (N-NH₃), com menores valores nas densidades de 400 e 450 sementes/m². Isso indica uma melhor qualidade fermentativa da silagem nesses tratamentos, já que teores mais baixos de N-NH₃ estão associados a uma fermentação mais eficiente e menor degradação proteica, conforme discutido por Jobim e Nussio (2013) e McDonald *et al.* (1991).

Tabela 1 – Valores médios dos dados bromatológicos

Variável	Densidade de semeadura (m ²)				Valor P*	CV**
	300	350	400	450		
MS	39,45	38,51	40,79	39,34	0,07	3%
PB	8,62	8,654	8,55	8,542	0,36	1%
N-NH₃	1,104(a)	1,064(ab)	0,984(b)	0,976(b)	0,02	6,18%
EE	3,15	3,11	3,086	3,142	0,76	3,30%
FDA	26,458	27,124	25,876	26,912	0,11	2,96%
FDN	43,406	44,482	42,96	44,008	0,18	2,48%
Amido	15,396	16,012	18,096	18,296	0,11	12,39%
NDT	69,286	68,984	69,692	68,978	0,22	0,84%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

*P: valor de probabilidade obtido pela análise de variância (ANOVA). Valores de *P* inferiores a 0,05 indicam diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos. **CV: coeficiente de variação (%) – representa a variabilidade dos dados em relação à média.

A ausência de diferença estatística nas demais variáveis — matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), amido e nutrientes digestíveis totais (NDT) sugere que a densidade de semeadura, nas faixas testadas, não foi capaz de alterar a composição bromatológica da silagem.

Esse comportamento pode estar relacionado à plasticidade fenotípica do trigo e sua capacidade de compensar mudanças no arranjo populacional por meio da emissão de afilhos e ajuste no desenvolvimento vegetativo, como relatado por Evers *et al.* (2006) e Valério *et al.* (2008).

A redução do N-NH₃ nas maiores densidades pode ser explicada pela formação de um dossel mais fechado, que limita a penetração de luz e reduz a atividade fotossintética nas

folhas basais, levando à antecipação da senescência e menor disponibilidade de substratos para degradação proteica durante a ensilagem (RODRIGUES *et al.*, 2011; CASTRO, 1999).

Além disso, como indicado por Amaral e Nussio (2011), menores teores de N-NH₃ favorecem o ambiente ácido ideal à preservação da silagem e inibem a multiplicação de microrganismos indesejáveis, como os fungos deterioradores.

Dessa forma, embora a densidade de semeadura não tenha afetado significativamente os teores de nutrientes, a densidade de 400 a 450 sementes/m² se destacou por melhorar a qualidade fermentativa da silagem, representando uma alternativa promissora para otimizar a conservação e o valor nutricional do alimento fornecido a ruminantes.

Esses achados estão em consonância com os resultados de Demicheli (2022) e Do Rosário *et al.* (2012), que também observaram benefícios no uso de maiores densidades para a produção de silagem de trigo.

O presente trabalho demonstrou que diferentes densidades de semeadura de trigo influenciam apenas um indicador de qualidade fermentativa da silagem, os teores de nitrogênio amoniacal (N-NH₃), os quais foram significativamente menores nas densidades de 400 e 450 sementes/m². Essa redução indica uma fermentação mais eficiente, com menor degradação proteica e, conseqüentemente, melhor preservação da silagem.

Por outro lado, as demais variáveis bromatológicas como matéria seca, proteína bruta, fibras, amido e NDT não apresentaram variação significativa entre os tratamentos, o que sugere que a composição nutricional da silagem de trigo é relativamente estável dentro da faixa de densidades testada.

7. CONCLUSÃO

Conclui-se que a densidade de semeadura entre 400 e 450 sementes/m² é a mais indicada para a produção de silagem de trigo, por proporcionar melhor qualidade fermentativa sem comprometer o valor nutritivo do material ensilado.

REFERÊNCIAS

AMARAL, R. C.; NUSSIO, L. G. Fungos e micotoxinas em silagens. In: **Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas**. Anais..., 2011, p. 221-250.

BENACHIO, S. Níveis de melaza em silo experimental de milho crillo (*Sorghum vulgare*). **Agronomia Tropical**, v. 14, p. 291-297, 1965.

CASTRO, P. R. C. Ecofisiologia de cultivos anuais. São Paulo: **NBL Editora**, 1999.

CASTRO, P. R. D. C.; KLUGE, R. A.; SESTARI, I. **Manual de fisiologia vegetal: fisiologia de cultivos**. São Paulo: Ed. Ceres, 2008.

DEL DUCA, L.; MOLIN, R.; SANDINI, I. Experimentação de genótipos de trigo para duplo propósito no Paraná, em 1999. **Embrapa Trigo-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2000. 18 p.

DEMICHELI, P. M. Características agronômicas, fisiológicas e bromatológicas do trigo forrageiro em diferentes manejos de adubação e densidades de semeadura. 2022.

DO ROSÁRIO, J. G. *et al.* Produção e utilização de silagem de trigo. **Applied Research & Agrotechnology**, v. 5, n. 1, p. 207-218, 2012.

EVERS, J. B. *et al.* Cessação do perfilhamento em trigo de primavera em relação à interceptação de luz e relação vermelho: vermelho distante. **Annals of Botany**, v. 97, n. 4, p. 649-658, 2006. DOI: 10.1093/aob/mcl020.

FOLCHINI, J. A. *et al.* Rendimento e produtividade de trigo duplo propósito. 2022.

FOLONI, J. S. S.; BASSOI, M. C.; SILVA, S. R. Indicações fitotécnicas para cultivares de trigo da Embrapa no Paraná. **Londrina: Embrapa Soja**, 2016. 24 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 117).

FONTANELI, R. S. Qualidade e valor nutritivo de forragem. **Embrapa ILPF - Integração Lavoura-Pecuária-Floresta**, 2010. 23 p.

FONTANELI, R. S. *et al.* 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. DOI: 10.1590/S1516-35982009001100007.

JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G. Princípios básicos da fermentação na ensilagem. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. **Forragicultura: Ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. Jaboticabal-SP: FUNEP, 2013. p. 649-660.

LARGE, E. C. Growth stages in cereals. Illustration of the Feekes scale. **Plant Pathology**, v. 3, p. 128-129, 1954.

MANCIPE-MUÑOZ, E. A. *et al.* Productividad y valor nutricional de forraje de cebada y trigo del trópico alto colombiano. **Agronomía Mesoamericana**, v. 32, n. 1, p. 271-292, 2021. DOI: 10.15517/am.v32i1.40465.

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. The biochemistry of silage. **Bucks, UK: Chalcombe Publications**, 1991.

MOTZO, R.; GIUNTA, F.; DEIDDA, M. Expressão de um gene inibidor de perfilho nas progênes de cruzamentos interespecíficos *Triticum aestivum* L. × *T. turgidum* subsp. duro. **Field Crops Research**, v. 85, n. 1, p. 15-20, 2004.

PERNLOCHNER, M. M. *et al.* Silagens de trigo BRS Pastoreio com diferentes doses de inoculante microbiano. **Anais da Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar (MICTI)**, v. 1, n. 13, 2020.

PIRES, J. *et al.* Indicações para o manejo da cultivar de trigo BRS Belajoia (RS, SC e sul do PR). **Embrapa Trigo-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2021.

RODRIGUES, O. *et al.* Ecofisiologia de trigo: bases para elevado rendimento de grãos. **Embrapa Trigo-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2011.

SENGER, M. Arranjo e populações de plantas e sua influência em características agronômicas e na produtividade de trigo e cevada. **Dissertação (Mestrado)** – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR, 2013.

SOUZA, C. M. *et al.* Lambs fed cassava silage with added tamarind residue: silage quality, intake, digestibility, nitrogen balance, growth performance and carcass quality. **Animal Feed Science and Technology**, v. 235, p. 50-59, 2018. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2017.11.007.

VALÉRIO, I. P. *et al.* Desenvolvimento de afilhos e componentes do rendimento em genótipos de trigo sob diferentes densidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 319-326, 2008. DOI: 10.1590/S0100-204X2008000300005.