

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS – CAMPUS BAMBUÍ
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA

EDUARDO TUBALDINI REZENDE

**EFEITO DA DENSIDADE DE PLANTIO NA RECUPERAÇÃO DA MATÉRIA SECA
EM SILAGENS DE TRIGO**

**BambuÍ
2025**

EDUARDO TUBALDINI REZENDE

**EFEITO DA DENSIDADE DE PLANTIO NA RECUPERAÇÃO DA MATÉRIA SECA
EM SILAGENS DE TRIGO**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso de Bacharelado em Zootecnia do IFMG – Campus Bambuí como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Orientador(a): Vinicius Silveira Raposo

Bambuí

2025

Catálogo na Fonte Biblioteca IFMG - Campus Bambuí

Catálogo na Fonte Biblioteca IFMG - *Campus Bambuí*

R467e Rezende, Eduardo Tubaldini.

Efeito da densidade de plantio na recuperação da matéria seca em silagens de trigo [manuscrito] / Eduardo Tubaldini Rezende – 2025.
22 f. : il. ; color.

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

1. Conservação de forragem. 2. Fermentação. 3. Perdas na silagem. I. Raposo, Vinícius Silveira. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *Campus Bambuí*. III. Título.

CDD 633.2

Catálogo: João Batista Rodrigues - CRB-6/2022

FOLHA DE APROVAÇÃO



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
 Campus Bambuí
 Diretoria de Ensino
 Departamento de Ciências Agrárias
 Faz. Varginha - Rodovia Bambuí/Medeiros - Km 05 - Caixa Postal 05 - CEP 38900-000 - Bambuí - MG
 37 3431 4900 - www.ifmg.edu.br
FOLHA DE APROVAÇÃO

EDUARDO TUBALDINI REZENDE

EFEITO DA DENSIDADE DE PLANTIO NA RECUPERAÇÃO DA MATÉRIA SECA 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(a) em 31 de julho de 2025, pela Banca Examinadora:

Me. Konrad Passos Silva - IFMG *Campus Bambuí* - Coorientador
 Profa. Dra. Andressa Santanna Natel - IFMG *Campus Bambuí*
 Dr. Arnon Henrique Anésio - IFMG *Campus Bambuí*

Bambuí, 31 de julho de 2025.

Folha de Aprovação de Conclusão de Curso 32 (2259955) SEI 23209.003949/2024-14 / pg. 1



Documento assinado eletronicamente por **Andressa Santanna Natel, Professora Substituta**, em 31/07/2025, às 14:41, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Konrad Passos e Silva, Técnico em Agropecuária**, em 31/07/2025, às 14:46, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Arnon Henrique Campos Anésio, Técnico em Agropecuária**, em 04/08/2025, às 20:23, 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 **2259955** e o código CRC **029E92ED**.

23209.003949/2024-14

2259955v1

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -Área experimental no IFMG Campus Bambuí onde foi plantado o trigo	15
Figura 2: Equipamento NeoSpectra by Si-Ware (NIRS) utilizado para análise bromatológica.....	16

LISTA DE GRÁFICOS

Figura1: Perda de Efluentes (%) em função da densidade de plantio das plantas de trigo	18
Figura 2: Recuperação de matéria seca (%) em função da densidade de plantio das plantas de trigo	19

|

REZENDE, Eduardo Tubaldini. EFEITO DA DENSIDADE DE PLANTIO NA RECUPERAÇÃO DA MATÉRIA SECA EM SILAGENS DE TRIGO, 2025. (Bacharelado em Zootecnia). Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Bambuí

RESUMO

Durante o período de escassez de forragem, a silagem de trigo surge como uma alternativa viável para garantir o fornecimento de alimento volumoso aos ruminantes. Neste contexto, objetivou-se, com este trabalho, avaliar o efeito da densidade de plantio na recuperação da matéria seca e nas perdas por efluentes em silagens de trigo. Para isso, a pesquisa foi conduzida no Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Bambuí, utilizando-se silos experimentais de PVC com capacidade de 2 litros, sob quatro densidades de semeadura: 300, 350, 400 e 450 plantas/m². Após 85 dias de fermentação anaeróbia, foram determinadas a recuperação de matéria seca (RMS) e as perdas por efluentes (PE), sendo os dados submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey a 5%. Foram observadas maiores perdas por efluentes nas menores densidades de plantio, com destaque para 300 plantas/m². A recuperação de matéria seca foi mais eficiente nas densidades intermediárias (350 e 400 plantas/m²), enquanto as extremas apresentaram menor desempenho. Conclui-se que a densidade de semeadura influencia diretamente nas perdas e na eficiência da conservação da silagem de trigo, sendo recomendadas densidades entre 350 e 400 plantas/m² para melhores resultados.

Palavras-chave: Conservação de forragem. Fermentação. Perdas na silagem.

ABSTRACT

During periods of forage shortage, wheat silage emerges as a viable alternative to ensure the supply of roughage for ruminants. In this context, the objective of this study was to evaluate the effect of planting density on dry matter recovery and effluent losses in wheat silages. The research was conducted at the Federal Institute of Minas Gerais – Bambuí Campus, using experimental PVC silos with a 2-liter capacity, under four sowing densities: 300, 350, 400, and 450 plants/m². After 85 days of anaerobic fermentation, dry matter recovery (DMR) and effluent losses (EL) were determined, and the data were subjected to analysis of variance and Tukey's test at the 5% significance level. Higher effluent losses were observed at the lower planting densities, especially at 300 plants/m². Dry matter recovery was more efficient at intermediate densities (350 and 400 plants/m²), while the extreme densities showed lower performance. We conclude that sowing density directly influences losses and the efficiency of wheat silage conservation, with densities between 350 and 400 plants/m² recommended for better results.

Keywords: Forage conservation. Fermentation. Silage losses.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 OBJETIVO	10
2.1 Objetivo Geral	10
2.2 Objetivos Específicos	10
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
3.1 Atividade microbiana e temperatura na ensilagem.....	10
3.2 Época de Corte para Silagem de Trigo.....	11
3.3 Densidade de Semeadura para silagem de trigo	11
3.4 Recuperação de Matéria Seca.....	12
3.5 Perdas de efluentes pela silagem	13
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
4.1 Recuperação de Matéria Seca (RMS).....	16
4.2 Perdas por efluentes (PE)	17
5 Resultados e Discussão.....	17
6 CONCLUSÃO.....	20
7 REFERÊNCIAS	21

1 INTRODUÇÃO

O uso do trigo na entressafra, como produção de silagem traz algumas vantagens para a pecuária, especialmente no Brasil, onde a oferta de forragem muda entre períodos de abundância e escassez. Durante a seca, quando as pastagens perdem qualidade, a silagem que apresenta boas características bromatológicas se torna crucial para garantir a nutrição adequada e o bom desempenho dos animais.

O milho é a planta mais utilizada para a produção de silagem durante a safra. Porém, ele enfrenta dificuldades impostas pelo clima, como a irregularidade das chuvas e o risco de geadas nas regiões sul e sudeste do país, que podem afetar o desenvolvimento e produção da planta. O trigo, é uma cultura de ciclo curto, que se adapta bem ao período após a colheita do milho; e pode ser cultivado durante o inverno, desde que não tenha limitação hídrica.

A silagem de trigo, além disso, apresenta um perfil nutricional médio de 11,67% Proteína Bruta, 28,70% de Matéria Seca, 6,16% de Amido, e 21,76% de Carboidratos não Fibrosos, tornando-se uma excelente opção para complementar a alimentação do rebanho durante períodos críticos de escassez de forragem.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a recuperação de matéria seca e as perdas por efluentes em silagens de trigo em diferentes densidades de semeadura.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a quantidade de efluentes produzidos durante a fermentação;
- Analisar a influência da densidade de plantio na recuperação da matéria seca.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Atividade microbiana e temperatura na ensilagem

Durante a ensilagem, a fermentação é conduzida principalmente por bactérias ácido-láticas, que transformam os açúcares da planta em ácidos orgânicos, promovendo a queda do pH e garantindo a conservação da forragem. Esse processo depende diretamente da temperatura

interna do silo, que influencia o ritmo da atividade microbiana. Condições térmicas elevadas, sobretudo acima de 40 °C, podem indicar fermentações indesejadas e aumento de perdas nutricionais (McDONALD et al., 1991). A faixa ideal de temperatura, entre 25 °C e 35 °C, favorece o desenvolvimento das bactérias benéficas e uma fermentação eficiente (MUCK, 2010). Além disso, a elevação da temperatura logo após o fechamento do silo está ligada à respiração residual e à presença de oxigênio, sendo um fator crítico para a estabilidade da silagem (JOBIM et al., 2007).

Esse aquecimento, se prolongado, pode favorecer microrganismos indesejáveis, reduzindo o valor nutritivo do material armazenado. Borreani et al. (2018) explica que a rápida eliminação do oxigênio é essencial para o início da fase anaeróbica, na qual predominam as bactérias lácticas. Essas bactérias transformam os açúcares em ácido lático, o que reduz o pH e conserva a silagem.

Algumas práticas podem melhorar a qualidade da fermentação, como o uso de inoculantes microbianos, que ajudam a acelerar a atividade anaeróbica, e um manejo eficiente no enchimento e na vedação do silo (JOBIM et al., 2007).

3.2 Época de Corte para Silagem de Trigo

Definir o momento certo para o corte do trigo é uma etapa determinante na produção de silagem de qualidade. O ponto ideal costuma ocorrer quando os grãos estão no estágio de massa mole ou pastosa, fase em que a planta apresenta entre 34% e 38% de matéria seca. Nesse ponto, há um equilíbrio entre umidade suficiente para promover fermentação eficiente e sólidos suficientes para evitar perdas excessivas por efluentes (JOBIM et al., 2007; BIOTRIGO GENÉTICA, 2022).

Segundo a Biotrigo (2022), o corte normalmente é realizado entre 90 e 100 dias após a emergência das plantas, mas isso pode variar conforme as condições climáticas locais. Se o corte ocorrer antes do tempo, a planta pode ter teor de água elevado, o que dificulta a fermentação e compromete a aceitação pelos animais. Por outro lado, se a colheita for tardia, os carboidratos fermentáveis diminuem, afetando a eficiência da conservação (EMBRAPA, 2012).

3.3 Densidade de Semeadura para silagem de trigo

A quantidade de sementes usada por metro quadrado na hora da semeadura do trigo influencia bastante na quantidade de massa produzida para a silagem. Quando o trigo é

cultivado com esse objetivo, é comum utilizar uma densidade maior do que a usada para colheita de grãos, já que o foco passa a ser o volume de forragem. Segundo Zanon et al. (2016), semear entre 300 e 450 sementes viáveis por metro quadrado costuma trazer bons resultados, pois ajuda a cobrir o solo mais rápido e a reduzir a competição com plantas daninhas. A Embrapa (2020) também destaca que esse adensamento favorece o crescimento mais uniforme da lavoura e melhora o rendimento de matéria seca, o que é fundamental para a produção de uma silagem de boa qualidade.

Como destaca a Elevagro (2023), o espaçamento entre as plantas interfere diretamente no desenvolvimento da cultura: influencia desde o tamanho das espigas até a quantidade final de forragem disponível para ensilagem. Quando a densidade está muito alta, as plantas acabam competindo entre si por luz, água e nutrientes, o que pode prejudicar a formação das espigas e comprometer a produtividade. Já uma semeadura muito espaçada pode não garantir um bom perfilhamento, reduzindo a quantidade de massa produzida.

Segundo a EMBRAPA (2012), manejar corretamente a densidade de semeadura e a época de corte pode refletir positivamente na quantidade de matéria seca por hectare, além de melhorar a digestibilidade do material ensilado. Esse cuidado é ainda mais importante em sistemas intensivos, onde a qualidade da silagem tem como reflexo direto na conversão alimentar e nos indicadores zootécnicos dos animais.

3.4 Recuperação de Matéria Seca

A recuperação de matéria seca (RMS) é um dos principais indicadores usados para avaliar a eficiência da conservação da forragem após o processo de ensilagem. Esse índice mostra o quanto da matéria seca presente na planta no momento da colheita foi mantido até a abertura do silo. McDonald et al. (1991) aponta que, em boas condições de fermentação, é possível preservar entre 90% e 95% da matéria seca da forragem.

Vários fatores podem interferir nesse resultado, como o teor de matéria seca no momento da ensilagem, a compactação da massa dentro do silo e a qualidade da vedação. Quando a RMS está abaixo da faixa recomendada, é sinal de que houve perdas, seja por fermentações indesejáveis, produção excessiva de efluentes ou entrada de oxigênio (JOBIM et al., 2007).

Alguns estudos mais recentes indicam que a densidade de plantio pode ter influência nesse processo. Zopollatto et al. (2009), por exemplo, observaram que densidades intermediárias ajudam a reduzir a umidade da massa ensilada, favorecendo uma melhor

compactação e, com isso, contribuindo para maiores índices de recuperação de matéria seca. Esse fator ganha ainda mais relevância em culturas como o trigo, que já apresentam teores de matéria seca mais baixos no ponto de corte ideal para silagem.

Cálculo de recuperação da matéria seca conforme a equação: $RMS (\%) = [(MFab \times MSab) / (MFfe \times MSfe)] \times 100$ Sendo: MFab: massa de forragem na abertura (kg); MSab: teor de matéria seca na abertura (decimal); MFfe: massa de forragem na ensilagem (kg); MSfe: teor de matéria seca no momento da ensilagem (decimal), metodologia adaptada de Jobim et al., (2007).

3.5 Perdas de efluentes pela silagem

Os impactos ambientais gerados pela silagem não se limitam à produção de gases, mas também incluem a liberação de efluentes líquidos. Esses efluentes, conhecidos como chorume, são resultantes da exsudação de líquidos das plantas durante o processo de compactação no silo. O chorume contém altos níveis de nutrientes, como nitrogênio e fósforo, que, se não tratados adequadamente, podem contaminar o solo e corpos d'água, contribuindo para a eutrofização e outros danos ambientais (PACHECO RAMOS, 2021).

O controle das perdas de efluentes e gases é essencial para a sustentabilidade da prática de ensilagem. Estratégias, como o controle do teor de matéria seca na planta no momento da colheita, o uso de inoculantes bacterianos para acelerar a fermentação e a vedação eficiente do silo podem minimizar esses impactos. Bortolini et al. (2004) também relataram perdas significativas de nutrientes por efluentes em forragens com baixo teor de matéria seca.

A aplicação de aditivos, como farelo de trigo, tem mostrado resultados positivos na redução da produção de efluentes e gases, ao melhorar a qualidade da silagem e reduzir as perdas de matéria seca (REHAGRO, 2021; AGROPOS, 2021).

Estudos realizados por Oliveira (2018) também demonstraram que o uso de aditivos na ensilagem de capim-elefante foi eficaz na redução das perdas por efluentes, quando comparado à silagem sem adição de ingredientes secos. Dentre os aditivos avaliados, a polpa cítrica apresentou os melhores resultados, atribuindo-se esse desempenho à sua elevada capacidade de absorção de umidade. O tratamento com capim acrescido de polpa gerou menor volume de efluente e apresentou menor perda total de matéria seca, destacando-se como alternativa viável para gramíneas com alto teor de umidade no momento da colheita.

O tratamento adequado dos efluentes, por meio de sistemas como lagoas de estabilização ou biodigestores, pode reduzir o impacto ambiental da silagem. O uso controlado do chorume como

fertilizante também contribui para a sustentabilidade do processo, desde que sejam seguidas as recomendações agrônômicas para evitar a sobrecarga de nutrientes no solo (PACHECO RAMOS, 2021).

Cálculo de Recuperação por efluente descrita por Schmidt et al. (2006). $PE (kg/t MV) = [(Pab - Pen) / MVfe] \times 1000$ Onde: Pab: peso do conjunto areia + pano + líquido após a abertura (kg); Pen: peso inicial do conjunto antes da ensilagem (kg); MVfe: massa verde da forragem ensilada (kg).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido um estudo experimental com abordagem quantitativa e descritiva, nas instalações da unidade experimental de produção vegetal do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *Campus Bambuí*. Objetivou-se avaliar a recuperação de matéria seca e as perdas por efluentes em silagens de trigo plantadas em diferentes densidades de semeadura.

Na área destinada ao cultivo, foram utilizadas sementes da cultivar de trigo Brillhante, fornecidas pela EPAMIG. A semeadura foi realizada manualmente por alunos dos cursos de Agronomia e Zootecnia; utilizando assim, quatro densidades diferentes de plantio, que foram utilizadas como tratamento: 300, 350, 400 e 450 plantas/m². O experimento contou com quatro populações distintas, totalizando 20 unidades experimentais.

Após o desenvolvimento inicial do trabalho e colheita da forragem (Figura 1), o material foi picado em uma forrageira estacionária da marca Pinheiro, modelo PP-47, e posteriormente ensilado em silos experimentais confeccionados com tubos de PVC com capacidade de 2 litros. Cada silo foi vedado com tampa superior equipada com válvula tipo “Bunsen” para liberação dos gases oriundos da fermentação. No fundo dos silos, foram posicionados saquinhos de TNT contendo 200 g de areia fina seca, conforme descrito por Dall Agnol (2021), com o objetivo de reter os efluentes produzidos ao longo do período de fermentação.

Figura 1-Área experimental no IFMG Campus Bambuí onde foi plantado o trigo.



Fonte: Arquivo pessoal (2025).

Durante a montagem dos silos, as amostras de cada tratamento foram coletadas para a determinação do teor de matéria seca inicial, utilizando o método da Airfryer, com temperatura fixada em 120 °C e tempo de secagem de até 30 minutos (Embrapa, 2018). A secagem da forrageira foi acompanhada visualmente, considerando a característica do material e a constância na pesagem da amostra. Os silos foram então pesados e armazenados em local seco, protegido da luz solar direta, à temperatura ambiente, durante um período de 85 dias.

Ao final do período de fermentação, os silos foram abertos e novamente pesados; e coletaram-se amostras compostas de aproximadamente 500 g para a realização das análises. A determinação da matéria seca final foi realizada por espectroscopia no infravermelho próximo (NIRS), utilizando o equipamento *NeoSpectra by Si-Ware* com curva de calibração para silagens de milho mostrado na (Figura 2). Cada leitura foi repetida em duplicata para garantir precisão analítica. Além disso, a média do peso da amostra ensilada varia de 1,2 kg à 1,35 kg da massa verde (silagem de trigo).

Figura 2: Equipamento NeoSpectra by Si-Ware (NIRS) utilizado para análise bromatológica .



Fonte: Arquivo pessoal (2025).

4.1 Recuperação de Matéria Seca (RMS)

A recuperação de matéria seca foi calculada com base na razão entre a massa de matéria seca presente no momento da abertura do silo e a massa de matéria seca no momento do fechamento, conforme a equação 1:

$$\text{RMS (\%)} = [(\text{MFab} \times \text{MSab}) / (\text{MFfe} \times \text{MSfe})] \times 100 \quad \text{Eq. 1}$$

Sendo:

- MFab: massa de forragem na abertura (kg);
- MSab: teor de matéria seca na abertura (decimal);
- MFfe: massa de forragem na ensilagem (kg);
- MSfe: teor de matéria seca no momento da ensilagem (decimal).

Esse cálculo permitiu mensurar o quanto da matéria seca original foi efetivamente preservada após o período de fermentação, conforme metodologia adaptada de Jobim et al., (2007).

4.2 Perdas por efluentes (PE)

A produção de efluentes foi quantificada por meio da diferença de peso dos saquinhos de areia entre o fechamento e a abertura dos silos, expressa em kg por tonelada de massa verde (kg/t), conforme equação 2 descrita por Schmidt et al. (2006):

$$\text{PE (kg/t MV)} = [(\text{Pab} - \text{Pen}) / \text{MVfe}] \times 1000 \quad \text{Eq. 2}$$

Onde:

- Pab: peso do conjunto areia + pano + líquido após a abertura (kg);
- Pen: peso inicial do conjunto antes da ensilagem (kg);
- MVfe: massa verde da forragem ensilada (kg).

Esses valores permitiram estimar de forma prática e padronizada as perdas líquidas durante a conservação do material ensilado.

Foi realizado a análise de regressão, juntamente equação linear e quadrática para identificação das tendências nas variáveis estudadas em função na densidade de plantio.

Além disso, as medidas das médias encontradas foram utilizadas para realização do teste de Tukey à 5%. As médias foram feitas na tabulação dos dados no Excel, e utilizando-se o software R para obtermos os resultados de RMS e PE em 4 tratamentos, 5 blocos, em diferentes densidades de semeadura.

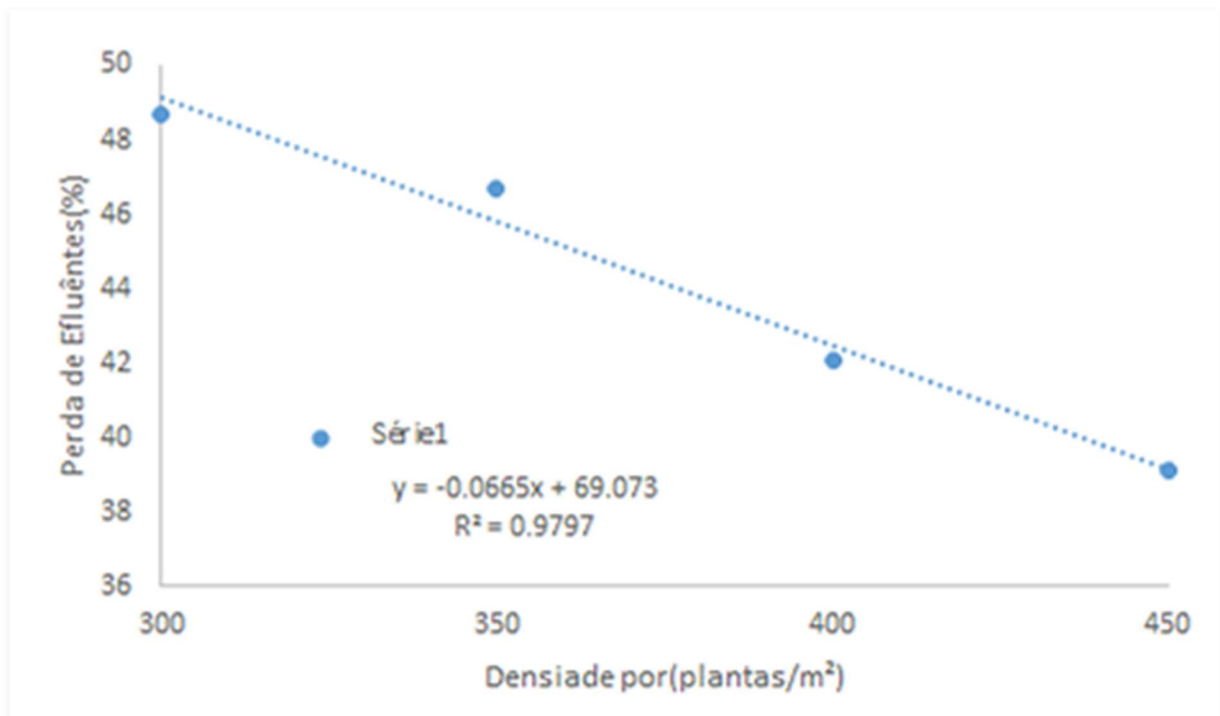
5 Resultados e Discussão

Observa-se uma tendência linear decrescente no (Gráfico 1) nas perdas por efluente com o aumento da densidade de plantas por m². Isso, indica que a maior densidade de plantio, resulta em menor liberação de chorume, possivelmente devido à compactação mais eficiente da massa verde e menor exsudação líquida.

À medida que a densidade aumentou de 300 para 450 plantas/m², observou-se uma redução expressiva nas perdas líquidas da silagem. Esse comportamento pode estar associado à maior compactação da forragem em densidades de plantio mais altas, que reduz os espaços entre as partículas vegetais e limita a exsudação de líquidos. Segundo Schmidt et al. (2006), a maior densidade pode contribuir para a redução do volume de efluentes, resultando em menor perda de nutrientes solúveis.

Assim, observou-se que houve diferenças significativas entre as densidades de plantio ($P < 0,05$), indicando que o tratamento influenciou na quantidade de líquido liberado durante a fermentação. A densidade de 450 plantas/m² apresentou a menor perda, enquanto a de 300 plantas/m² apresentou a maior. As densidades intermediárias (350 e 400) ficaram entre elas, indicando comportamento intermediário.

Figura1: Perda de Efluentes (%) em função da densidade de plantio das plantas de trigo



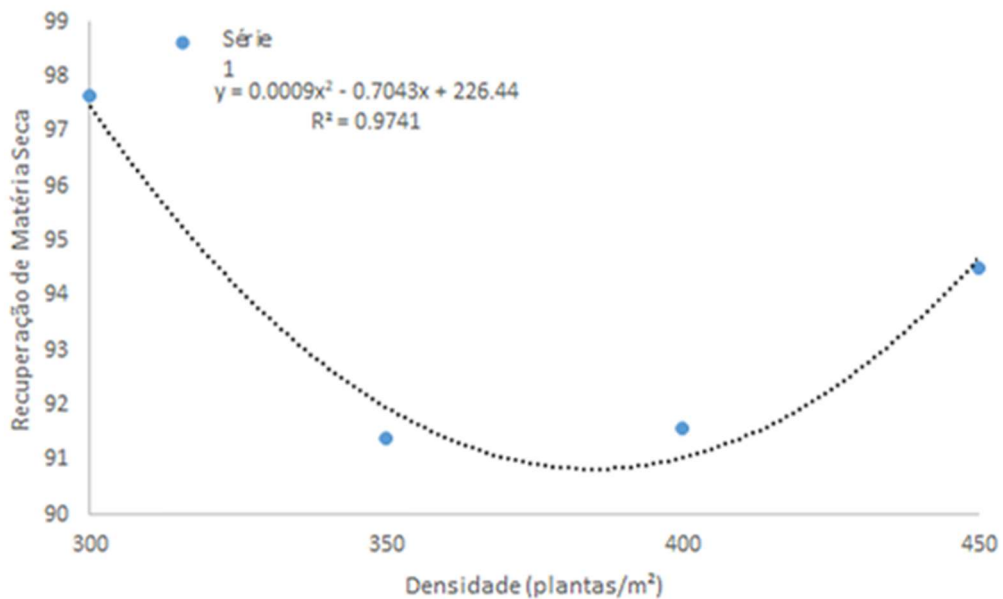
Fonte: Autor. (2025).

A recuperação da matéria seca (RMS) demonstrou comportamento quadrático em relação à densidade de semeadura (Figura 4). Isso sugere que há uma densidade ideal que equilibra a produção de biomassa e a eficiência do processo fermentativo. Em densidades muito baixas, a menor compactação pode ter favorecido a atividade de microrganismos indesejáveis, enquanto densidades excessivamente altas podem ter gerado competição por luz e nutrientes, afetando o perfilhamento e a qualidade da forragem.

Esses achados corroboram os resultados de Jobim et al. (2007), que indicam a densidade de sementeira como um dos principais fatores estruturais que influenciam as perdas fermentativas em silagens de gramíneas.

A relação é quadrática, sugerindo que há uma densidade ótima de sementeira que minimiza as perdas e maximiza a recuperação de matéria seca. Densidades muito baixas ou muito altas resultam em maiores perdas, com o ponto mínimo observado em torno de 350 plantas/m².

Figura 2: Recuperação de matéria seca (%) em função da densidade de plantio das plantas de trigo



Fonte: Autor. (2025).

A recuperação de matéria seca foi alta em todos os tratamentos, com valores próximos ou acima de 95%, o que indica uma silagem bem conservada. As densidades de 300 e 450 plantas/m², chegando a 97% e 98%.

Com esses valores acima de 90%, já são considerados ótimos para silagem, segundo McDonald et al. (1991), o que indica que todos os tratamentos conseguiram preservar bem a matéria seca durante a fermentação. Esse desempenho pode estar ligado à boa compactação,

vedação eficiente dos silos e teor adequado de matéria seca na colheita. Zopollatto et al. (2009) também destacam que densidades intermediárias tendem a favorecer a estabilidade da fermentação, evitando perdas excessivas.

Esse resultado faz sentido tecnicamente, porque quanto maior a densidade de plantio, maior é a competição entre plantas, o que gera colmos mais finos, perdendo a robustez e se mostrando plantas mais frágeis com muita disputa em altas densidades. Isso leva a uma massa verde com menos umidade, aumentando a liberação de efluentes no momento da compactação. Já a densidade de 300 plantas/m², por ter menor número de plantas, tende a ter colmos mais grossos e um teor de matéria seca mais baixo ao comparar com plantas mais adensadas, o que aumenta a exsudação.

Segundo Jobim et al. (2007), a produção de efluentes está diretamente ligada ao teor de matéria seca da planta na hora do corte. Forragens colhidas com menos de 28-30% de MS têm risco maior de liberar líquido, causando perda de nutrientes solúveis e problemas de contaminação. Por isso, mesmo que densidades mais altas possam aumentar a produtividade por hectare, elas também trazem risco maior de perda por efluente, o que compromete a eficiência da silagem.

6 CONCLUSÃO

Verificou-se que o uso da semente Brilhante de trigo desenvolvida pela EPAMIG para produção de silagem resultou nos seguintes comportamentos: densidades de semeadura mais baixas, como 300 plantas/m², apresentaram maiores perdas por efluentes, enquanto densidades intermediárias (350 e 400 plantas/m²) demonstraram melhor desempenho na recuperação de matéria seca. A densidade mais alta (450 plantas/m²) registrou menor perda líquida, porém com recuperação de matéria seca semelhante às demais. Assim, conclui-se que as densidades intermediárias (350 e 400 plantas/m²) proporcionam o melhor equilíbrio entre produção de forragem e qualidade da silagem, sendo as mais indicadas para otimizar a conservação e reduzir perdas durante o processo de ensilagem de trigo.

7 REFERÊNCIAS

AGROPOS. Produção de silagem de qualidade com uso de farelo de trigo. **Agropos**, 2021. Disponível em: <https://www.agropos.com.br/blog/silagem-com-farelo-de-trigo>. Acesso em: 05 nov. 2024.

BIOTRIGO. Silagem de trigo: como fazer? Passo Fundo: **Biotrigo Genética**, 2022. Disponível em: <https://www.biotrigo.com.br>. Acesso em: 15 nov. 2024.

BORREANI, G. et al. Silage review: factors affecting dry matter and quality losses in silages. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 5, p. 3952–3979, 2018.

BORTOLINI, P. C. et al. Cereais de inverno submetidos ao corte no sistema de duplo propósito. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 45-50, 2004.

DALL AGNOL, E. P. Silagens de alta qualidade para bovinos leiteiros. In: ENCONTRO DE PRODUÇÃO LEITEIRA DE CHAPECÓ, 2021, Chapecó. **Anais [...]**. Chapecó: IFSC, 2021. p. 12-18.

ELEVAGRO. **Densidade de semeadura no trigo de duplo propósito: qual é a ideal?** Elevagro, 2023. Disponível em: <https://www.elevagro.com>. Acesso em: 26 out. 2024.

EMBRAPA. Sistema de produção para o trigo – **RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DE TECNOLOGIAS GERADAS PELA EMBRAPA** 6ª edição. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012. 110 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/trigo>.

JOBIM, C. C. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 101–119, 2007.

LIMA, M. L. P. et al. Perspectivas para produção de silagem de trigo como alternativa na alimentação de bovinos. **Comunicado Técnico 165** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2018.

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

MEDEIROS, S. R. et al. Avaliação da composição bromatológica da silagem de trigo (*Triticum aestivum* L.) para alimentação de ruminantes. In: SEMANA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO IFAL, 2020, Arapiraca. **Anais [...]**. Arapiraca: IFAL, 2020.

OLIVEIRA, J. S. de. Perdas por efluentes em silagens de capim-elefante com aditivos secos. Mestrado em Ciência Animal. **Dissertação**. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

PACHECO RAMOS, B. L. Perdas no processo de ensilagem: uma breve revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, e8910514660, 2021.

REHAGRO. Silagem de milho: como produzir com qualidade? **Rehagro**, 2021. Disponível em: <https://rehagro.com.br/blog/producao-de-silagem-de-milho-com-qualidade>. Acesso em: 05 nov. 2024.

SCHMIDT, P. et al. Produção de efluente e perdas de matéria seca em silagens experimentais. **Ciência Rural**, v. 36, p. 984-991, 2006.

SILVA, A. L. et al. Como reduzir perdas durante o processo de ensilagem do milho. **Revista Cultivar**, 2019. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/como-reduzir-perdas-durante-o-processo-de-ensilagem-do-milho>.

VIEIRA, L. F. Avaliação da silagem de trigo (cv. ENERGIX 201) sob distintas técnicas de manejo. In: SALÃO DE PESQUISA, EXTENSÃO E ENSINO DO IFRS, 4., 2021. **Anais** [...]. IFRS, 2021. p. 1.

ZAFFARONI, F. et al. Manejo de culturas para ensilagem: estratégias para a colheita e armazenamento. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL DO SUL DE MINAS, 1998, Lavras. **Anais** [...]. Lavras: UFLA, 1998. p. 102–107.

ZOPOLLATTO, M. et al. Efeito da densidade de semeadura na produção e composição bromatológica da silagem de trigo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 9, n. 2, p. 24–32, 2009.