



Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, FISIOLÓGICAS
E BROMATOLÓGICAS DO TRIGO FORRAGEIRO
EM DIFERENTES MANEJOS DE ADUBAÇÃO E
DENSIDADES DE SEMEADURA**

PEDRO MENDES DEMICHELI

2022

PEDRO MENDES DEMICHELI

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, FISIOLÓGICAS E BROMATOLÓGICAS DO TRIGO
FORRAGEIRO EM DIFERENTES MANEJOS DE ADUBAÇÃO E DENSIDADES DE SEMEADURA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Zootecnia no Semiárido, para obtenção do título de Mestre.

Orientador
Prof. Dr. Carlos Juliano Brant Albuquerque

Janaúba
2022

Demicheli, Pedro Mendes

D378c Características agronômicas, fisiológicas e bromatológicas do trigo forrageiro em diferentes manejos de adubação e densidades de semeadura [manuscrito] / Pedro Mendes Demicheli. – 2022.
49 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2022.

Orientador: Prof. D. Sc. Carlos Juliano Brant Albuquerque.

1. Forragem 2. Silagem. 3. Trigo. I. Albuquerque, Carlos Juliano Brant. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 633.11

Catálogo: Joyce Aparecida Rodrigues de Castro Bibliotecária CRB6/2445

Ata de Reunião

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Nome do Acadêmico: **Pedro Mendes Demicheli**

CPF do Acadêmico: 132.062.676-92

Programa de Pós-graduação em Zootecnia

Nível: Mestrado

Departamento: Ciências Agrárias

Título da dissertação: “**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, FISIOLÓGICAS E BROMATOLÓGICAS DO TRIGO EM DIFERENTES MANEJOS DE ADUBAÇÃO E DENSIDADES DE SEMEADURA**”

Após declarada aberta a sessão, o Presidente passa a palavra aos examinadores para as devidas arguições que se desenvolvem nos termos regimentais. Em seguida, a Comissão Julgadora proclama o resultado:

Membros da Banca Examinadora:

Dr. Carlos Juliano Brant Albuquerque/ Presidente/ ICA-UFMG

Dr. Vicente Ribeiro Rocha Júnior/ Membro Interno/ UNIMONTES

Dr. Flávio Pinto Monção/ Membro Interno/ UNIMONTES

Dr. Maurício Antônio de Oliveira Coelho/Membro Externo/EPAMIG

APRECIÇÃO SOBRE A DISSERTAÇÃO

Aos **10 dias do mês de agosto de 2022**, às **08 h**, por meio da plataforma digital **Google Meet**, realizou-se a defesa da dissertação do acadêmico **Pedro Mendes Demicheli**, matriculado

no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. O acadêmico foi considerado **APROVADO** pelos membros acima nomeados. O acadêmico tem prazo máximo de 90 dias para as correções e entrega da versão definitiva, conforme as normas definidas pelo PPGZ e pela Unimontes.

Eu, **Carlos Juliano Brant Albuquerque**, orientador do discente **Pedro Mendes Demicheli**, lavrei a presente Ata que segue por mim assinada e pelos demais membros da Banca Examinadora.

O curso é reconhecido e Homologado pelo CNE (Portaria MEC N° 1.077- DOU de 13/09/2012 - Parecer CES/CNE 277/2007, 17/01/2008) Renovação do Reconhecimento: (RESOLUÇÃO SEDECTS N° 15, de 14 DE MARÇO 2019, D.O.MG de 26/03/2019).



Documento assinado eletronicamente por **Vicente Ribeiro Rocha Junior, Professor(a)**, em 12/08/2022, às 14:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Flávio Pinto Monção, Usuário Externo**, em 12/08/2022, às 18:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **CARLOS JULIANO BRANT ALBUQUERQUE, Usuário Externo**, em 12/08/2022, às 21:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **MAURICIO ANTÔNIO DE OLIVEIRA COELHO, Usuário Externo**, em 30/08/2022, às 10:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **51272925** e o código CRC **A886A912**.

Referência: Processo nº 2310.01.0007277/2021-14

SEI nº 51272925

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por ter me dado esta oportunidade, pela sabedoria, saúde, e por nunca ter me deixado desistir nos momentos de maiores dificuldades.

A minha família, meus pais, Ricardo Peres Demicheli e Adriana Torres Mendes Demicheli, e a meus irmãos, Lucas e Thais; sem vocês eu não teria força para essa conquista. Vocês são dignos de toda minha gratidão.

Ao meu Orientador, Prof. Dr. Carlos Juliano Brant Albuquerque, pelos ensinamentos, orientação e apoio, minha sincera gratidão.

À Universidade Estadual de Montes Claros, pela oportunidade de realização do Curso de Mestrado em Zootecnia.

À Universidade Federal de Minas Gerais, pela possibilidade de executar a pesquisa.

A minha companheira, Larissa. Cada dia ao seu lado é um dia que sou mais feliz. Obrigado por tudo.

Aos meus amigos, em especial, Gilmar, Nailson e Edson, pelo apoio e ajuda na execução do experimento.

SUMÁRIO

NORMAS DA REVISTA CIENTÍFICA	6
RESUMO GERAL	7
GENERAL ABSTRACT	8
1 INTRODUÇÃO GERAL	10
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 Semiárido.....	12
2.2 Fertilizantes organominerais	13
2.3 Ecofisiologia da cultura do trigo	16
2.4 Qualidade nutricional do trigo para forragem	17
2.5 Densidade de Semeadura	19
3 REFERÊNCIAS	22
4 CAPÍTULO 1 - Características agronômicas, fisiológicas e bromatológicas do trigo forrageiro em diferentes manejos de adubação e densidades de semeadura	26
RESUMO.....	26
ABSTRACT	27
4.1 INTRODUÇÃO.....	28
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4.4 CONCLUSÃO.....	38
4.5 AGRADECIMENTOS	38
4.6 REFERÊNCIAS	39
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 2. Análise de variância Características Agronômicas	44
Tabela 3. Análise de variância: Teste Média	45
Tabela 4. Composição Bromatológica, teor de PB, FDN, FDA, MM, MS, MO	46
Tabela 5. Correlação de Pearson	47
Tabela 6. Análise de variância Característica Fisiológicas	48
Tabela 7. Macronutrientes N, P, K na folha bandeira	49

NORMAS DA REVISTA CIENTÍFICA

Esta dissertação segue as premissas básicas da revista Semina: Ciências Agrárias. Link:

<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias>

RESUMO GERAL

Demicheli, Pedro Mendes. **Características agronômicas, fisiológicas e bromatológicas do trigo forrageiro em diferentes manejos de adubação e densidades de semeadura**. 2022. 49 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brasil¹.

Devido a fatores climáticos e biológicos, a cultura do trigo foi, durante muitos anos, restritamente cultivada na região sul do Brasil. Entretanto, mais recentemente, houve uma expansão considerável principalmente no Cerrado Brasileiro. O trigo tem demonstrado grande potencial de produção para a região semiárida de Minas Gerais, uma vez que apresenta grande adaptabilidade e versatilidade, sendo utilizado para alimentação animal ou produção de grãos. Neste sentido, objetivou-se avaliar características agronômicas, fisiológicas e bromatológicas da cultura do trigo (*Triticum aestivum*) submetida a diferentes adubações e densidades de plantas. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 3 x 4 com 3 repetições, sendo 3 manejos de adubação (sem adubação, adubação organomineral e adubação mineral); e 4 densidades de semeadura (200, 350, 500 e 650 sementes m²). A cultivar escolhida foi MGS brilhante. A utilização de MAP mineral a lanço proporciona resultados superiores de produtividade de matéria seca (5,55 t ha⁻¹), em relação ao organomineral (4,63 t ha⁻¹). As parcelas adubadas apresentam maior altura de plantas e quantidade de folhas. Para características bromatológicas, a adubação organomineral propicia maiores teores de fibra em detergente neutro (56,61%). O aumento da densidade de semeadura não afeta a produtividade da cultura.

Palavras chave: *Semiárido, Triticum aestivum, cereal, sucessão.*

¹**Comitê de Orientação:** Prof. Carlos Juliano Brant Albuquerque - Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Orientador)

GENERAL ABSTRACT

Demicheli, Pedro Mendes. **Agronomic, physiological and bromatological characteristics of forage wheat in different fertilization management and seeding densities.** 2022. 47 p. Dissertation (Master in Animal Science) – State University of Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brasil¹.

Due to climatic and biological factors, the cultivation of wheat was for many years restricted to the south of Brazil. However, more recently there has been a considerable expansion mainly in the Brazilian Cerrado. Wheat has shown great potential for production in the semi-arid region of Minas Gerais, since it presents great adaptability and versatility, being used for animal feed or grain production. In this sense, the objective was to evaluate agronomic, physiological and bromatological characteristics of wheat (*Triticum aestivum*) culture submitted to different fertilization and plant densities. The used design was in randomized blocks in a 3 x 4 factorial scheme with 3 replications, with 3 fertilization managements (without fertilization, organomineral fertilization and mineral fertilization); and 4 sowing densities (200, 350, 500 and 650 seeds m²). The chosen wheat cultivar was MGS brilliant. The use of mineral MAP by broadcast provides superior results for dry matter productivity (5.55 t ha⁻¹), in relation to organomineral (4.63 t ha⁻¹). The fertilized plots have higher plant and number of leaves. For bromatological characteristics, organomineral fertilization provides higher levels of neutral detergent fiber (56.61 %). Increasing sowing density does not affect crop productivity.

Keywords: Semiarid, *Triticum aestivum*, cereal, succession.

1 INTRODUÇÃO GERAL

A região Norte do Estado de Minas Gerais é caracterizada pelo clima semiárido, o qual apresenta altas temperaturas, chuvas escassas e mal distribuídas com longos períodos de estiagem. Tornando assim, um desafio para a produção agrícola da região. Para amenizar esses efeitos, é essencial a adoção de estratégias para otimizar o uso da terra.

O trigo, *Triticum aestivum L.*, é um dos principais cereais, sendo o segundo mais produzido no mundo, ocupando em torno de 224,6 milhões de hectares da área agrícola mundial, fazendo com que seja uma importante *commodity* (Usda, 2022). É o principal cereal de inverno cultivado no Brasil, chegando a 7,8 milhões de toneladas na safra 2021/22 (Conab, 2022).

Em decorrência da queda na produção de pastos tropicais durante o período de inverno, a inclusão de gramíneas anuais dessa estação pode maximizar o uso da terra e propiciar uma alternativa tecnológica de cultivo na região para produção de volumoso de qualidade (Wrobel et al., 2018). O trigo de duplo propósito pode ser utilizado em sistema integrado de produção, no qual há intensificação do uso da área sem que ocorra, necessariamente, aumento na extensão das áreas ou no uso de insumos.

O interesse em maximizar a produtividade das culturas agrícolas tem estimulado o uso de manejo intensivo que integra a adoção de práticas como época de semeadura, dose de fertilizante e momento de aplicações adequadas, controle de pragas, diminuição do acamamento e densidades de plantas.

Um dos motivos da baixa produtividade média das lavouras de trigo no Brasil está sendo relacionado à grande diversidade no padrão de perfilhamento dos genótipos de trigo, o que faz com que não haja clareza nos critérios para a escolha da densidade de semeadura mais adequada. Os efeitos de ambiente e de manejo sobre a expressão da capacidade de perfilhos têm sido estudados em diversos trabalhos, e a densidade de semeadura foi identificada como uma das técnicas culturais que mais influenciam o rendimento de grãos e seus componentes (Ozturk et al., 2006; Sparkes et al., 2006).

Alta produtividade e menores custos são condições sempre almejadas pelo agricultor, o uso de fertilizantes alternativos vem se destacando na agricultura. A produção agrícola brasileira é subordinada às importações de corretivos e fertilizantes. Consoante a ANDA (Agência Nacional para Difusão de Adubos), as importações de fertilizantes

intermediários cresceram 15,1% entre os meses de janeiro a maio de 2020 em relação ao mesmo período de 2019, chegando a 10.656.063 milhões de toneladas (Anda, 2020).

Fontes alternativas de fertilizantes vêm se tornando cada vez mais atrativas devido aos elevados custos de produção com adubação convencional. Os fertilizantes organominerais vêm, de maneira crescente, revelando-se promissor na adição de matéria orgânica ao solo e na fertilização das culturas.

O seu uso contínuo enriquece o teor de matéria orgânica no solo que, por conseguinte, beneficia os atributos físicos do solo, melhorando a capacidade de retenção de água, diminuindo a erosão, melhorando a aeração e criando melhores condições ao desenvolvimento da microbiota do solo. Com manejo adequado, torna-se possível substituir, com eficiência, o fertilizante mineral, de modo parcial ou até mesmo na totalidade (Malaquias & Santos, 2017).

Diante do exposto, avaliaram-se diferentes densidades de semeadura e o uso da adubação organomineral e mineral na cultura do trigo sobre as características agronômicas, fisiológicas e bromatológicas na região semiárida de Minas Gerais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Semiárido

As regiões semiáridas são caracterizadas pela baixa precipitação média anual. Apresentam altas temperaturas, chuvas escassas e mal distribuídas ao longo do ano e com longos períodos de estiagem, sendo o clima mais quente do Brasil. No semiárido brasileiro essa média anual está entre 200 e 800 milímetros, sendo o mais chuvoso em nível mundial. Contudo, historicamente, as chuvas são distribuídas de forma heterogênea no tempo e no espaço, concentrando-se em épocas específicas do ano (Cruz et al., 2018). No Brasil, regiões com clima semiárido ocupam uma extensão de 1.182.697 km², abrangendo 1.262 municípios dos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe (Sudene, 2017).

Outro fator limitante é a pequena profundidade do solo, que reduz a capacidade de absorção da água da chuva, devido à presença de solos cristalinos na sua maioria, limitando o abastecimento dos aquíferos subterrâneos. Estima-se que mais de 90 % da chuva não são aproveitados devido à sua evaporação e ao seu escoamento superficial.

Essa região é marcada por grandes desigualdades sociais, tendo sua economia composta, basicamente, pela agricultura familiar de baixo rendimento e pela pecuária extensiva, sendo ambas as atividades diretamente afetadas pelos períodos de seca.

De acordo com Coutinho et al. (2013), o acréscimo de atividades como a utilização de animais e plantas nativos ou adaptados à região semiárida brasileira é de fundamental importância para se desenvolver um sistema de produção como o agrossilvipastoril para atividade agrícola em áreas onde a irrigação é impossibilitada, adotando, dessa forma, técnicas de convivência com a região. No entanto, devido à grande variação na oferta de forragens nos períodos de chuva e de seca, e a limitada área dos estabelecimentos rurais, o desempenho produtivo dos rebanhos é baixo, principalmente devido à redução de alimentos no período seco.

Portanto, a pecuária tem condições de representar o eixo principal dos sistemas de produção familiar no semiárido, desde que se estruture um suporte alimentar que garanta reservas para o período seco e, por conseguinte, permita aos criadores manejarem rebanhos maiores, mesmo em pequenas propriedades, gerando escala de produção que assegure renda e lucros capazes de melhorar a qualidade de vida no campo (Lima et al., 2006).

2.2 Fertilizantes organominerais

A partir do decreto 86.955, de 18/02/1982, descrevendo na lei, pela primeira vez, a palavra fertilizante organomineral, definida no Capítulo 1 das disposições preliminares, como sendo fertilizantes procedente da mistura ou combinação de fertilizantes orgânicos e minerais, com definidas especificações e garantias de características mínimas estabelecidas por Instrução Normativa (Brasil, 2009).

Adicional a este decreto legal tem-se a Instrução Normativa SDA/MAPA nº 25 de 28 de julho de 2009, que descreve normas sobre as especificações e garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rótulos dos fertilizantes orgânicos e organominerais. Mais recentemente, a Instrução Normativa Nº 61, de 08 de julho de 2020, seção IV, Art.9º, § 2º (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2020) estabelece que os fertilizantes organominerais devem respeitar especificações e garantias estabelecidas pelo MAPA. Para produtos sólidos, são estabelecidos os seguintes parâmetros: mínimo de 8% de carbono orgânico, máximo de 20 % de umidade, CTC mínimo de 80 mmolc kg⁻¹ e, no mínimo, 5 % de macronutrientes declarados para os produtos com macronutrientes primários.

Segundo a legislação citada, fertilizante mineral é 'Produto de natureza fundamentalmente mineral, natural, ou sintético, obtido por processo, físico, químico ou físico-químico, fornecedor de um ou mais nutrientes de plantas'. A legislação define também fertilizante orgânico como 'O produto de natureza fundamentalmente orgânica, obtido por processo físico, químico, físico-químico, ou bioquímico, natural ou controlado, a partir de matérias-primas de origem industrial, urbana ou rural, vegetal ou animal, enriquecido ou não de nutrientes minerais'.

Conforme a ANDA (Agência Nacional para Difusão de Adubos), as importações de fertilizantes intermediários cresceram 15,1 % entre os meses de janeiro e maio de 2020 em relação ao mesmo período de 2019, chegando a 10.656.063 milhões de toneladas. Devido a mudanças na cotação, torna-se um fator oneroso e limitante nos custos de produção de uma lavoura, causando impactos no retorno financeiro para os produtores.

O uso de fertilizantes orgânicos tem apresentado resultados favoráveis na substituição dos fertilizantes minerais convencionais na nutrição de plantas e adubação do solo, pois podem ser aplicados de forma isolada ou em associação às fontes minerais obtendo benefícios em diversos aspectos relevantes do solo (Souza, 1998; Ribeiro et al., 2019).

Trabalhos apontam que o uso de matéria orgânica, como dejetos da atividade agropecuária, por exemplo, dejetos de suínos e palha, favorece a comunidade microbiana e melhora a fixação de nutrientes, beneficiando a sustentabilidade do sistema (Zhang et al., 2012). Todavia, são adubos que quando usados isoladamente possuem baixas concentrações de Nitrogênio, Fósforo, Potássio, sendo necessária grande quantidade, o que acaba inviabilizando o uso devido aos maiores custos com manejo e transporte.

Como alternativa, temos os adubos organominerais, que são adubos orgânicos, resíduos de indústrias ou da atividade agropecuária, palhada (arroz, trigo, aveia), esterco bovino, suíno, cama de aviário, lodo de esgoto, vinhaça, cinzas, dentre outros, enriquecidos com adubos minerais convencionais, como os superfosfatos, cloreto de potássio, nitrato de amônio, etc., o que propicia benefícios ambientais e fertilização de solos e plantas.

Essa união é bastante vantajosa para a nutrição de plantas e solo, proporcionada pela agregação de matéria orgânica, fornecendo inúmeros benefícios tais como: retenção de nutrientes contra lixiviação, retenção e complexação de poluentes, retenção de umidade e manutenção de biodiversidade e proliferação de microrganismos benéficos e melhoras nas características do solo, como na temperatura, complementando também o fornecimento de macronutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas (Almeida et al., 2020).

Fertilizantes organominerais melhoram a fixação de gás carbônico no solo e resultados demonstram que é possível a substituição parcial ou total dos fertilizantes minerais convencionais, o que melhora o crescimento das plantas, qualidade do solo e fixação de CO₂ (XIAO et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2019).

Segundo Magalhães (2017), a união de uma matriz mineral, rica em P, com uma matriz orgânica, os chamados fertilizantes organominerais fosfatados, tem sido alvo de inúmeras pesquisas para obter fertilizantes mais eficientes, com custo compatível, além de minimizar a geração de resíduos orgânicos agroindustriais.

Com a mesma linha de desenvolvimento e sustentabilidade, o fertilizante organomineral apresenta-se como uma solução tecnológica, tanto sob o ponto de vista ambiental como agrônômico. Desta forma, o seu uso pode ser uma alternativa inovadora na produção, pois reduz os custos de produção, otimiza recursos naturais que não poderiam ser descartados e ainda gera economia (Costa et al., 2017). O fertilizante organomineral apresenta uma vasta vantagem pelo seu poder de liberação gradativo em todo o ciclo da cultura e residual para próxima cultura, visto que diminui perdas de nutrientes por lixiviação

e adiciona matéria orgânica ao solo, além de proporcionar economia em torno de cinquenta por cento por ser uma mistura de compostos orgânicos e minerais, derivado da decomposição dos resíduos orgânicos (Cardoso et al., 2015).

O impacto ambiental positivo é imediato, uma vez que na geração do resíduo até a obtenção do fertilizante organomineral, o processamento não possui etapas complexas e agressivas ao meio ambiente (Oliveira et al., 2019).

Trabalhando com rúcula, Oliveira et al. (2018), utilizando fertilizante organomineral contendo carbono orgânico total e sulfato de zinco ($ZnSO_4$), observaram aumento em comprimento de raiz, número de folhas, massa seca da parte aérea, massa seca de raiz, teor de clorofila A e teor de clorofila total, em comparação com a aplicação apenas com sulfato de zinco. Conforme esses autores, este resultado positivo do organomineral está ligado à sua composição, uma vez que apresentam componentes fúlvicos e húmicos que melhoram a absorção de nutrientes, além de estimular o desenvolvimento dos microrganismos em torno do sistema radicular, facilitando a retenção e liberação de nutrientes e também favorecendo a retenção de água.

Em estudo, aplicando fertilizante organomineral adicionado à adubação mineral no plantio de tomate, registrou-se um aumento de 55 % na produtividade, pesando 2462,93 gramas em relação ao uso apenas com adubação mineral, que pesou 1670,84, além de os frutos possuírem aspectos visuais melhores (Rosset et al., 2018).

Alguns estudos não resultaram em aumento de produtividade com o uso de fertilizantes organominerais, já que a prática depende também de outras condições de manejo, bem como a espécie cultivada e o tipo de solo, solos do semiárido são predominado por solos altamente intemperados, sendo necessária a utilização de elevadas doses de fertilizantes, são caracterizado pela baixa disponibilidade de nutrientes as plantas, tornando importante a realização de estudos para seguir fornecendo dados mais precisos de recomendações.

Borges et al. (2015) compararam adubação mineral com organomineral proveniente de resíduo de frigorífico e cama de frango nas doses 1, 2, 3 e 4 t ha⁻¹, não observaram diferença estatística para produtividade do milho. Rodrigues et al. (2012) também observou que as fontes com organomineral a base de húmus não aumentou a produtividade em relação a mineral.

2.3 Ecofisiologia da cultura do trigo

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é uma planta pertencente à família das Poaceas e apresentam porte de 0,5 m a 1,5 m de altura com coloração verde-brilhante. Na fase inicial de desenvolvimento, assemelha-se a um capim-comum, posteriormente, ao atingir o período de maturação, apresenta uma coloração dourada.

A planta de trigo, durante seu desenvolvimento, apresenta, nas diferentes fases, períodos diversos de crescimento delimitado por estágio de desenvolvimento característico. Os processos fisiológicos e os fatores externos e internos da planta afetam diretamente os períodos, sendo de fundamental importância o conhecimento para o manejo correto na utilização dos recursos ambientais (radiação, água, luz, temperatura, nutrientes) para melhor produção de grãos (Rodrigues et al., 2011).

Os principais aspectos ecofisiológicos que afetam a cultura tritícola são a germinação, crescimento vegetativo, fenologia, diferenciação da espiga, crescimento e desenvolvimento da espiga, antese e enchimento de grãos. Além de fatores abióticos, como temperatura (inclusive efeitos vernalizantes), fotoperíodo, umidade, característica dos solos e de nutrição, reguladores vegetais, zoneamento agroclimático e época de semeadura e colheita (Castro; Kugle, 1999; Souza; Silva, 2011; Wuaden, 2019).

De acordo com Large (1954), a cultura do trigo apresenta 4 estágios fenológicos bem definidos, sendo eles perfilhamento, alongação, espigamento e maturação. A temperatura mínima para sua germinação ocorre entre 4° e máxima de 37 °C, mas a faixa ótima de temperatura está situada entre 20 e 25 °C. O teor de umidade mínima para ocorrer a germinação das sementes de trigo é de 35 % a 45 % da massa seca da semente, e nessas condições as sementes absorvem água e aumentam o tamanho e a massa (Castro et al., 2008).

A ocorrência dos estágios de desenvolvimento não está sujeita à variedade, à época de plantio nem às condições edafoclimáticas do local. Entretanto, esses fatores interferem nas datas de cada estágio e, conseqüentemente, a sua duração no ciclo de desenvolvimento. Devido a essas variações, existem autores na literatura que relatam diferentes datas de ocorrência e duração das fases de desenvolvimento. Entretanto, baseando-se nas informações de Camargo e Felício (1990), Soares Sobrinho e Souza (1983) e Silva et al. (1996), para as variedades nacionais de trigo, foram obtidas, de forma abrangente, as faixas prováveis de tempo decorrido dentro de cada estágio, apresentadas a seguir.

A primeira fase, o perfilhamento, inicia-se entre 15 e 20 dias após o plantio, com o aparecimento dos primeiros perfilhos. Esta fase tem duração média de 15 a 25 dias e compreende os estádios de desenvolvimento 1 a 5 (Tabela 1).

A segunda fase, o alongamento, inicia-se entre 30 e 45 dias após o plantio e possui duração aproximada de 20 a 25 dias. Esta fase compreende os estádios de 6 a 10 (Tabela 1).

A terceira fase, o espigamento, é anunciada pelo emborrachamento e, poucos dias após, aparecem as espigas e a planta entra no período de florescimento. Esta fase tem duração média de 10 a 20 dias e ocorre por volta dos 50 a 60 dias após o plantio no trigo de sequeiro, e 60 a 70 dias no trigo irrigado. Ela compreende os estádios 10.1 a 10.5.4 (Tabela 1).

A quarta e última fase, a maturação, corresponde à fase do desenvolvimento dos grãos, ocorre entre 60 e 90 dias após o plantio e tem duração, em média, de 30 a 40 dias. Esta fase inicia-se com o estágio de grãos leitosos e vai até a maturação dos grãos, quando as folhas e espigas secam e os grãos podem ser colhidos, compreendendo os estádios 11.1 a 11.4 (Tabela 1).

2.4 Qualidade nutricional do trigo para forragem

O sucesso do uso de forragem nos diferentes sistemas de produção é reflexo da cultura escolhida e das práticas adequadas de manejo. O valor nutritivo varia muito entre as espécies, em função do estágio de desenvolvimento, manejo de cortes ou pastejo e adubações. Com isso, a qualidade de forragem oscila entre as espécies de plantas forrageiras e dentro delas e as necessidades nutricionais variam muito entre as espécies e categorias animais e dentro delas também. Diversos fatores influenciam a qualidade de forragem, sendo os mais importantes a espécie, o estágio de desenvolvimento e o método de conservação. Fatores secundários incluem fertilidade do solo e fertilizações, temperatura durante o crescimento da forragem e cultivar/ variedade (Fontaneli et al., 2010).

A composição química do grão de trigo assemelha-se à dos demais cereais de inverno e, quando comparado com as fontes tradicionais de energia como o milho para alimentação animal, o trigo possui maior concentração de proteína bruta (PB) e menor conteúdo de energia. Além de uma qualidade nutricional elevada, as cultivares voltadas ao manejo de duplo propósito possuem alta produção de massa verde, tolerância ao pastejo ou corte, e boa produção de grãos no período de inverno (Del Duca et al., 2000).

Tabela 1- Estádios de desenvolvimento de cereais - escala de Feekes

Estádio	Descrição	
Perfilhamento		
1	Primeiro broto (uma ou mais folhas).	
2	Início do perfilhamento.	
3	Perfilhos formados e folhas freqüentemente enroladas em espiral.	
4	Início do aparecimento do pseudocaule, bainhas foliares começam a alongar-se.	
5	Pseudocaule (formado por bainhas foliares) fortemente desenvolvido.	
Alongamento		
6	Primeiro nó do colmo visível na base da gema.	
7	Segundo nó do colmo já formado, folha bandeira quase visível.	
8	Folha bandeira visível, mas ainda enrolada, espigas começando a desenvolver.	
9	Lígula da folha bandeira bem visível.	
10	Bainha da folha bandeira completamente desenvolvida, mas as espigas ainda não são visíveis. Emborrachamento.	
Espigamento		
10.1	Primeiras espigas bem visíveis. Emergência da espiga.	
10.2	Um quarto do processo de espigamento completo.	
10.3	Metade do processo de espigamento completo.	
10.4	Três quartos do processo de espigamento completo.	
10.5	Todas as espigas fora da bainha.	
10.5.1	Começo do florescimento.	} Florescimento (Trigo)
10.5.2	Florescimento completo na parte apical da espiga.	
10.5.3	Florescimento completo na parte dorsal da espiga.	
10.5.4	Final de florescimento, grãos no estágio aquoso.	
Maturação		
11.1	Grãos leitosos.	
11.2	Grãos no estágio de massa macia, mas seca.	
11.3	Grão duros.	
11.4	Maturação de colheita. Palhas secas.	

Os cereais de inverno podem ser indicados para a produção de alimentos conservados; entretanto, para produção de silagem, sua colheita deve ser mais tardia em

relação ao uso em pastejo, sendo apropriado o estágio fenológico de grão pastoso ou grão farináceo (Fontaneli et al., 2009; Rosário et al., 2012).

Fontaneli e Fontaneli (2009), avaliando a composição nutricional típica de silagens de cereais de inverno (trigo, cevada, aveia, centeio e triticale), concluíram que há uma variação grande nos nutrientes devido aos diferentes tipos de solos, disponibilidade de água, estação de crescimento, programa de fertilização e, principalmente, o grau de maturidade no momento da colheita. Nesse estudo, encontraram valores médios referentes à cultura do trigo na ordem de 14,4 % de proteína bruta (PB), 56,7 % de fibra em detergente neutro (FDN), 38,2 % de fibra em detergente ácido (FDA) e 1,38 Mcal.kg⁻¹ de MS de energia líquida de lactação (ELI), classificando a silagem de trigo comparativamente com os demais cereais de inverno como aquela de maior teor de PB e intermediária às concentrações de FDN, FDA e ELI.

De forma geral, a maioria dos cereais de inverno possui elevado valor nutricional e, além de suportar a conservação dessas características na forma de feno ou silagem, favorece o ganho de peso dos animais submetidos a dietas com estes produtos.

Diversos trabalhos a fim de avaliar a qualidade de silagem de cereais de inverno têm sido realizados. De acordo com Lehmen et al. (2014), os valores bromatológicos encontrados na silagem de trigo (na base da matéria seca) foram de: 8,3 % de proteína bruta; 62,4 % de FDN e 30,6 % de FDA. Da mesma forma, no trabalho de Horst et al. (2016), ao estudarem sobre silagem de cereais de inverno, encontraram dados médios bromatológicos de silagem de trigo de 8 % para PB, 64 % de FDN e 35 % de FDA, valores estes que se destacam entre as silagens de cereais de inverno, já que o trigo possui valores de proteína bruta acima de outros cereais como aveia, cevada e centeio. Mancipe-Muñoz et al. (2021) reportaram, em 25 acessos de trigo, teores de FDN variando de 47,6 % a 59,2 %.

2.5 Densidade de Semeadura

A densidade de semeadura é um fator limitante para a captação de recursos, influenciando o potencial produtivo das lavouras, e seu ajuste depende do genótipo, ambiente e manejo. O trigo é uma cultura perfilhadora e por isso há uma grande dificuldade em se medir a quantidade de plantas ideal no seu estande. A maximização da produção de grãos em relação à densidade de semeadura está fortemente relacionada ao potencial do genótipo em produzir perfilhos férteis, influenciando de forma direta o número de grãos

produzidos por unidade área e permite também melhor utilização dos recursos como luz, água e nutrientes quando espaçadas adequadamente (Ozturk; Gaglar; Bulut, 2006).

De acordo com informações técnicas para trigo e triticales na reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo (2020), a recomendação da densidade de sementes por hectare varia com os critérios intrínsecos à semente, como exemplo seu vigor e/ou poder germinativo, massa de mil sementes; e fatores extrínsecos, como: fertilidade do solo, necessidade hídrica, espaçamento, sistema de cultivo e elementos climáticos na região de cultivo.

É recomendado o uso de 350 a 450 sementes por metro quadrado em sequeiro. Em solos preparados, férteis e sem problemas de plantas daninhas, deve-se utilizar a densidade mínima recomendada. Salienta-se que a alta densidade de semeadura utilizada aumenta o custo de produção e as possibilidades de acamamento. Para trigo irrigado, a densidade indicada é de 270 a 350 sementes por metro quadrado.

Para culturas que apresentam uma grande capacidade de produzir perfilhos, quantidades diferentes de populações podem não afetar, de maneira significativa, o rendimento. Desse modo, populações menores são compensadas nas cultivares que possuem alta capacidade de perfilhar, apresentando grande importância na produtividade do trigo.

A produção de grãos em trigo é representada, em grande parte, pela produção de perfilhos, estando as plantas suficientemente espaçadas para estimular um perfilhamento adequado. A população de plantas está fortemente ligada ao potencial do genótipo em produzir perfilhos férteis, o que também influencia, de forma direta, o número de espigas produzidas por unidade de área. Genótipos de trigo com menor capacidade de perfilhamento são dependentes de elevada densidade de semeadura, já que possuem efeito compensatório do número de espigas por área, apesar de apresentarem maior fertilidade de espiguetas e maior massa de grãos por planta (Motzo; Giunta; Deidda, 2004).

A densidade de semeadura adotada deve variar em função da cultivar utilizada. A cultura do trigo, assim como outras, apresenta uma faixa de população de plantas que garante uma produção elevada. Altas populações de plantas resultam em diminuição de perfilhos, porém, a planta fica sujeita ao acamamento, o que limita a produtividade devido à redução na assimilação e translocação de carboidratos e minerais, e ao aumento da incidência e severidade de doenças, entre outros fatores (Evers et al., 2006).

Valério, Carvalho e Oliveira (2008), estudando o desenvolvimento de perfilhos em diferentes genótipos de trigo sob diferentes densidades de plantas, observaram que genótipos que apresentam baixo potencial de perfilhamento são mais dependentes da densidade de semeadura para um alto rendimento.

Senger (2013), avaliando diferentes populações de plantas de trigo, verificou que o aumento da densidade ocasionou redução no perfilhamento, no diâmetro de caule e na produção da massa de mil grãos, porém, não causou efeito significativo na produtividade.

Em experimento realizado por Pires et al. (2021), avaliando diferentes densidades de trigo BRS Belajoia, não houve diferença significativa no rendimento de grãos com populações de 200,300,400,500 sementes aptas/m².

Obter estandes de plantas apropriados é fundamental para que a cultivar possa expressar ao máximo o seu potencial genético em produtividade, bem como para ampliar a sua estabilidade produtiva perante adversidades climáticas (Foloni et al., 2016).

3 REFERÊNCIAS

- Almeida, F. F. de, Almeida, A. A. de, & Begnini, M. L. (2020). Produção de fertilizante organomineral a partir de resíduos orgânicos / Organomineral fertilizer production from organic waste. *Brazilian Journal of Development*, 6(3), 12424–12432. doi.org/10.34117/bjdv6n3-198
- ANDA – Associação Nacional para Difusão de Adubos (2020). Principais indicadores do setor de fertilizantes. Estatísticas. Indicadores. Disponível em: <http://anda.org.br/index.php?mpg=03.00.00&ver=por>.
- BRASIL, Instrução normativa nº 25, de 23 de julho de (2009). Normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizante destinados à agricultura. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, p. 5, 2009.
- Borges, RE, Menezes, JFS, Simon, GA, & Benites, V. (2015). Eficiência da adubação com organomineral na produtividade de soja e milho. *Global Science and Technology*, Rio Verde, 8(1), 177-184.
- Cardoso, A, Luz, J, Queiroz, M, Lana, R, & Quintão, M. (2015). Produtividade e qualidade de tubérculos de batata em função do fertilizante organomineral e safras de plantio. *Revista Caatinga*, Mossoró, 28(4), 80-89. Doi: 10.1590/1983-21252015v28n409rc.
- Castro, PRDC., Kluge, R.A, & Sestari, I. (2008). Manual de fisiologia vegetal: fisiologia de cultivos. São Paulo: Ed. Ceres, 2008. 864 p.
- Castro, PRC. (1999). *Ecofisiologia de cultivos anuais*. NBL Editora.
- Coutinho, MJF, de Souza Carneiro, MS, Edvan, RL, & Pinto, AP (2013). A atividade pecuária como estabilizadora do semiárido brasileiro. *Veterinária e Zootecnia*, 20 (3), 09-17.
- CONAB. 2022. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Sétimo levantamento 4: 1-162.
- Costa, FDKD, Menezes, JFS, Almeida Júnior, JJ, Simon, GA, Miranda, BC, Lima, AM, & Lima, MD. (2018). Desempenho agrônomo da soja convencional cultivada com fertilizantes organomineral e mineral. *Nucleus*, 15(2), 301-309. Doi: 10.3738/1982.2278.2902.

- Cruz, GC, Ribeiro, EM, & Galizoni, FM. (2018). SEMIÁRIDO, SECA E “GERAIS” DO NORTE DE MINAS: uma revisão da bibliografia sobre o Alto-Médio São Francisco. *Revista de geografia agrária*, 13(31), 29-56.
- Del Duca, L, Molin, R, & Sandini, I. (2000). Experimentação de genótipos de trigo para duplo propósito no Paraná, em 1999. *Embrapa Trigo-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)*. 18p.
- Fontaneli, RS., & Santos, HP. (2012). Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira. *Embrapa Trigo-Livro científico (ALICE)*. 173-218.
- Evers, JB, Vos, JAN, Andrieu, B, & Struik, PC (2006). Cessação do perfilhamento em trigo de primavera em relação à interceptação de luz e relação vermelho:vermelho distante. *Annals of Botany*, 97 (4), 649-658. Doi: 10.1093/aob/mcl020
- Foloni, JSS., Bassoi, MC, & Silva, SR. (2016). Indicações fitotécnicas para cultivares de trigo da Embrapa no Paraná. Londrina: Embrapa Soja, 24 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 117).
- Fontaneli, RS,, & Fontaneli, RS. (2010) Qualidade e valor nutritivo de forragem. Embrapa ILPF- Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, 23 p.
- Fontaneli, RS, Fontaneli, RS, Santos, HPD, Nascimento Junior, AD, Minella, E, & Caierão, E. (2009). Rendimento e valor nutritivo de cereais de inverno de duplo propósito: forragem verde e silagem ou grãos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 2116-2120. Doi: 10.1590/S1516-35982009001100007
- LARGE, EC. (1954) Growth stages in cereals. Illustration of the Feekes scale. *Plant Pathology*, 3, 128-129.
- LIMA, G.F.C.; Alternativas de produção e conservação de recursos forrageiros estratégicos no semi-árido nordestino [CD-ROM] (2006). In: Anais do 1º Encontro Nacional de Produção de Caprinos e Ovinos; Campina Grande. Campina Grande: SEDAP; SEBRAE; INSA; ARCO.
- LIMA, GFC. 2006. Alternativas de produção e conservação de recursos forrageiros estratégicos no semi-árido nordestino [CD-ROM]. In: Anais do 1º Encontro Nacional de Produção de Caprinos e Ovinos; Campina Grande. Campina Grande: SEDAP; SEBRAE; INSA; ARCO.
- Malaquias, CAA, & Santos, AJM. (2017). Adubação organomineral e NPK na cultura do milho (*Zea mays* L.). *Pubvet*, 11(5), 501-512. Doi: 10.22256/PUBVET. V11N5.501-512.

- MANCIPE-MUÑOZ, EA, VÁSQUEZ-VENEGAS, JE, CASTILLO-SIERRA, J, ORTIZ-CUADROS, RE, AVELLANEDA-AVELLANEDA, Y, & VARGAS-MARTÍNES, JJ. (2021). Productividad y valor nutricional de forraje de cebada y trigo del trópico alto colombiano. *Agronomía Mesoamericana*, [S.L.], 271-292. Universidad de Costa Rica. Doi:10.15517/am.v32i1.40465.
- Magalhães, CAS, Morales, MM, Rezende, FA, & Langer, J. (2017) Eficiência de fertilizantes organominerais fosfatados em mudas de eucalipto. *Scientia Agraria*, 18(4), 80-85.
- Motzo, R, Giunta, F, & Deidda, M. (2004). Expressão de um gene inibidor de perfilho nas progênes de cruzamentos interespecíficos *Triticum aestivum* L.× *T. turgidum* subsp. *duro*. *Field Crops Research* , 85 (1), 15-20.
- Oliveira, JVD (2019). Produção de fertilizantes organominerais no Brasil prospecção, mercado e cenários. Universidade Federal Do Rio De Janeiro, Rio de Janeiro, p. 154.
- Oliveira, RC, Silva, JER, Aguilar, AS, Peres, D, & Luz, JMQ. (2018). Uso de fertilizante organomineral no desenvolvimento de mudas de rúcula, 14(1).01-06.
- Ozturk, A, Caglar, O, & Bulut, S. (2006). Crescimento e resposta produtiva do trigo facultativo à semeadura de inverno, semeadura por congelamento e semeadura de primavera em diferentes taxas de semeadura. *Journal of Agronomy and Crop Science* , 192 (1), 10-16. Doi: 10.1111/j.1439-037X.2006.00187.x
- Pires, J, Scheeren, P, Caierao, E, De Castro, RL, Lau, D, Santana, F, ... & Pasinato, A. (2021). Indicações para o manejo da cultivar de trigo BRS Belajoia (RS, SC e sul do PR). *Embrapa Trigo-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)*.
- Reunião d a Comissão Centro Brasileira d e Pesquisa De Trigo. 2004. Goiânia. Informações técnicas para a cultura de trigo na região do Brasil Central: safras 2005 e 2006. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão; Planaltina: Embrapa Cerrados; Passo Fundo: Embrapa Trigo, 82p. (Documentos, 173).
- Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa De Trigo E Triticale. 2022. Passo Fundo. Informações técnicas para trigo e triticale-Safra 2022. Brasília, DF: Embrapa, 274p.
- Rodrigues, O, Teixeira, MCC, Costenaro, ER, & Sana, D. (2011). Ecofisiologia de trigo: bases para elevado rendimento de grãos. *Embrapa Trigo-Capítulo em livro científico (ALICE)*.

- Rodrigues, TRD, Broetto, L, Oliveira, PD, & Rubio, F. (2012). Desenvolvimento da cultura do milho submetida a fertilizantes orgânicos e minerais. *Bioscience Journal*, 28(4), 509-514.
- Rosset, E, Colella, JC, Junior, Jradn, & Vieira, SA (2016). Efeitos de fertilizante organomineral na produção de tomate (*Lycopersicon esculentum*). *Revista Uningá* , 25 (2). <http://revista.uninga.br/index.php/uningareviews/article/view/1769>
- Senger, M. (2013). Arranjo e populações de plantas e sua influência em características agronômicas e na produtividade de trigo e cevada. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, PR. <http://tede2.uepg.br/jspui/handle/prefix/2241>
- Valério, IP, Carvalho, FIFD., Oliveira, ACD., Machado, ADA., Benin, G, Scheeren, PL., ... & Hartwig, I. (2008). Desenvolvimento de afilhos e componentes do rendimento em genótipos de trigo sob diferentes densidades de semeadura. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43, 319-326. Doi: 10.1590/S0100-204X2008000300005
- Xiao, L, Sun, Q, Yuan, H, & Lian, B. (2017). Um manejo prático do solo para melhorar a qualidade do solo através da aplicação de fertilizante orgânico mineral. *Acta Geochimica* , 36 (2), 198-204. Doi: 10.1007/s11631-017-0139-5
- Zhang, QC, Shamsi, IH, Xu, DT, Wang, GH, Lin, XY, Jilani, G, ... & Chaudhry, AN (2012). Adubos químicos e adubos orgânicos no solo exibem um padrão vice-versa da estrutura da comunidade microbiana. *Ecologia Aplicada do Solo* , 57 , 1-8. Doi: 10.1016/j.apsoil.2012.02.012
- Wrobel, FL, Neumann, M, Leão, GFM, Sandini, IE, Poczynek, M, & Marafon, F. (2018). Qualidade da silagem de trigo produzida sob níveis de adubação nitrogenada em dois estádios fenológicos. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 17(4), 539-546. Doi: 10.5965/223811711732018539

4 CAPÍTULO 1 - CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, FISIOLÓGICAS E BROMATOLÓGICAS DO TRIGO FORRAGEIRO EM DIFERENTES MANEJOS DE ADUBAÇÃO E DENSIDADES DE SEMEADURA

AGRONOMIC, PHYSIOLOGICAL AND BROMATOLOGICAL CHARACTERISTICS OF FORAGE WHEAT IN DIFFERENT FERTILIZATION MANAGEMENT AND SEEDING DENSITIES

Destaques: O trigo apresenta potencial produtivo para região semiárida.

As densidades de semeadura testadas não afetam a produtividade de forragem.

Adubação mineral a lanço propicia maior produtividade de matéria seca da forragem quando comparado ao organomineral.

Os teores de fibra em detergente neutro são superiores para adubação com organomineral.

RESUMO

Objetivou-se com o presente estudo avaliar a cultura do trigo como potencial forrageiro submetido a diferentes adubações e densidades de semeadura no semiárido Mineiro sobre as características agronômicas, fisiológicas e bromatológicas. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 3 x 4 com 3 repetições, sendo 3 manejos de adubações (sem adubação, adubação organomineral e adubação mineral); e 4 densidades de semeadura (200, 350, 500 e 650 sementes m²). A cultivar escolhida foi a MGS brilhante. A utilização de MAP mineral a lanço propiciou resultados superiores de produtividade de matéria seca (5,55 t ha⁻¹) em relação à organomineral (4,63 t ha⁻¹). As parcelas adubadas apresentaram maior altura de plantas e quantidade de folhas. Para características bromatológicas a adubação organomineral propicia maiores teores de fibra em detergente neutro (56,61%). O aumento da densidade de semeadura não afeta a produtividade da cultura.

Palavras-chave: Semiárido, *Triticum aestivum*, cereal; sucessão.

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the wheat crop as a forage potential subjected to different fertilization and sowing densities in the semiarid region of Minas Gerais. The used design was in randomized blocks in a 3 x 4 factorial scheme with 3 replications, with 3 fertilization managements (without fertilization, organomineral fertilization and mineral fertilization); and 4 sowing densities (200, 350, 500 and 650 seeds m²). The chosen wheat cultivar was MGS brilliant. The use of mineral MAP by broadcast provides superior results for dry matter productivity (5.55 t ha⁻¹) in relation to organomineral (4.63 t ha⁻¹). The fertilized plots have higher plant height and number of leaves. For bromatological characteristics, organomineral fertilization provides higher levels of neutral detergent fiber (56.61%). Increasing sowing density does not affect crop productivity.

Keywords: Semiarid, *Triticum aestivum*, cereal; succession.

4.1 INTRODUÇÃO

Nas regiões semiáridas brasileiras, os agricultores enfrentam desafios diários em suas lavouras, mesmo com terras férteis, a alta salinidade do solo, elevadas temperaturas e os ventos fortes, características desses locais, podem resultar em estresse fisiológico à planta, dificultando o seu desenvolvimento. A região Norte do Estado de Minas Gerais tem essas características destacadas; entretanto, vários projetos de irrigação públicos e privados têm viabilizado o cultivo de várias espécies vegetais.

A cultura do trigo (*Triticum aestivum L.*) para forragem pode ser utilizada como alternativa de cultivo em sucessão a outras culturas tradicionalmente utilizadas no verão na referida região (Vieira et al., 2022). Em decorrência da queda na produção de pastos tropicais durante o período de inverno, faz-se necessário a adoção de estratégias para otimizar o uso da terra nas propriedades e reduzir os efeitos causados pelo déficit de forragens nesse período (Hastenpflug et al., 2011). Portanto, o uso do trigo é uma alternativa para otimizar o uso da terra irrigada, obtendo também o benefício da rotação de culturas, como na redução da incidência de doenças, plantas daninhas, pragas, e melhorias físico-químicas e biológicas do solo (Santos et al., 2019).

O trigo é uma cultura de duplo propósito que apresenta característica que o torna uma forrageira de qualidade, possuindo bons valores nutricionais, tolerância ao pastejo, facilidade para perfilhamento, boa adaptação e produção em períodos de escassez das forrageiras tropicais. Por isso, torna-se uma ótima alternativa para produção em períodos de inverno quando as demais forrageiras são mais afetadas (Rodrigues, Avanza & Dias, 2011).

Fontes alternativas de fertilizantes vêm tornando-se cada vez mais atrativos devido aos elevados custos de produção com adubação convencional. Os fertilizantes organominerais vêm de maneira crescente revelando-se promissor na adição de matéria orgânica ao solo e na fertilização das culturas. O seu uso contínuo enriquece o teor de matéria orgânica no solo que, por conseguinte, beneficia os atributos físicos do solo, melhora a capacidade de retenção de água, diminui a erosão, melhora a aeração e proporciona melhores condições ao desenvolvimento da microbiota do solo. Com manejo adequado, possibilita-se substituir, com eficiência, parcial ou totalmente, o fertilizante mineral (Malaquias & Santos, 2017).

Entre os procedimentos para a instalação da lavoura de trigo, destacam-se a qualidade de semente e a densidade de semeadura. Obter estandes de plantas apropriados é fundamental para que a cultivar possa expressar ao máximo o seu potencial genético em produtividade, bem como para ampliar a sua estabilidade produtiva perante adversidades climáticas (Foloni et al., 2016). Diversos autores relatam que o aumento da densidade de semeadura é a principal forma de melhorar o rendimento do trigo (Zheng et al. 2017; Gao et al. 2021). Conforme Wang e Li (2008), a densidade de semeadura pode afetar diretamente a produção final, pois influencia significativamente no efeito da emissão e sobrevivência dos perfilhos das plantas e também na capacidade de manter uma estrutura e arquitetura de plantas, o que propicia uma boa eficiência da radiação, principalmente pela folha bandeira, convertendo-se em fotoassimilados para o desenvolvimento da planta em todo seu ciclo.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente estudo avaliar o trigo MGS brilhante submetido a diferentes manejos de adubação e densidade de semeadura sobre as características agronômicas, fisiológicas e bromatológicas.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de maio a agosto de 2021 na área experimental do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG, Localizado na cidade de Montes Claros - MG. O município de Montes Claros está situado na região Norte de Minas Gerais, Brasil, suas coordenadas geográficas são 16° 40' 59.6" de latitude e 43° 50' 20.5" de longitude e altitude de 624 m. Segundo Köppen (Alvares et al., 2013), é uma área de clima seco tropical; com precipitação anual entre 1000 - 1300 mm, com inverno seco e temperatura média de 22,7 °C. Os dados da temperatura durante a condução do ensaio estão descritos na Figura 1.

O solo da área experimental é classificado como argissolo vermelho-amarelo eutrófico típico (Embrapa, 2015). A condução do cultivo foi de forma convencional, o solo foi preparado antecipadamente com aração e gradagem (grade média). Para a implantação da cultura, foi realizada a amostragem de solo da área experimental, nos perfis de 0-20 cm, um mês antes da semeadura do trigo, por meio de pá de corte. A amostra foi encaminhada para análise química no laboratório de solos do ICA/UFMG. Os resultados da análise química do solo podem ser verificados na Tabela 1.

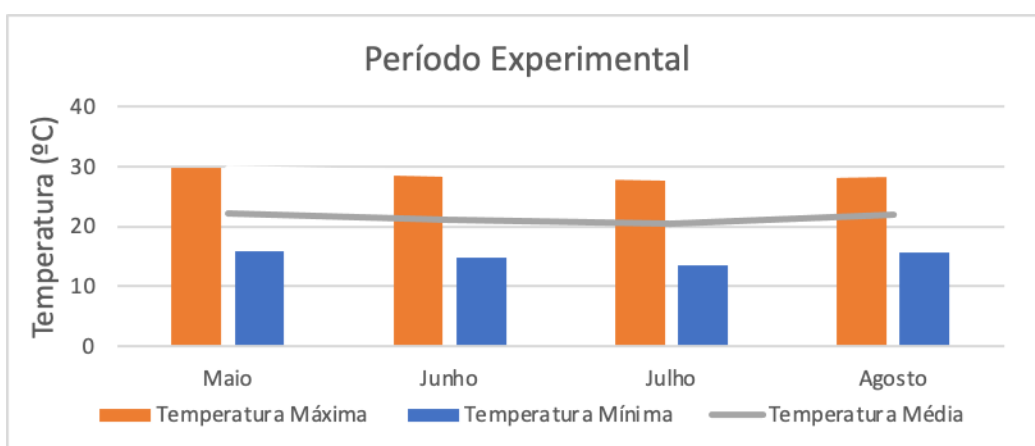


Figura 1 - Temperatura média mensal, durante o cultivo de cultivares de trigo em Montes Claros – MG.

Adaptado de, INMET (2022).

Tabela 1. Análise química do solo da área experimental nos perfis 0-20 cm, abril/2021.

Camada (cm)	pH H ₂ O	P	K	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	CTC	V	M.O
	-	mg dm ⁻³			cmolc dm ⁻³					(%)	dag kg ⁻¹
0-20	6,6	3,2	108	5.1	1,1	0	1,8	6,5	8,3	78	2,3

P, K = (HCL 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹); P disponível (extrator Mehlich⁻¹); Ca, Mg, Al (KCl 1 mol L⁻¹); H+Al(Solução-tampão – SMP a pH 7,5); SB = Soma de Bases; CTC = Capacidade de troca catiônica; V Saturação por bases; MO = Matéria Orgânica. Fonte: Laboratório de Análise de solos do ICA/UFMG, 2021.

Foi utilizado material genético cedido pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig). cultivar de trigo MGS Brilhante como potencial forrageiro. A sua escolha deve-se ao amplo uso e estudos existentes no cerrado do estado de Minas Gerais, bem como ciclo precoce e moderada resistência ao acamamento (Epamig, 2021).

O ensaio foi conduzido em delineamento com blocos casualizados em esquema fatorial (3x4) com três repetições, sendo três manejos (sem adubação fosfatada, adubo mineral e adubo organomineral) e quatro densidades de semeadura (200, 350, 500 e 650 sementes m²), totalizando 36 parcelas. As parcelas foram constituídas por área de 10 m² (5 x 2) sendo a área útil de 2 m². Antes da semeadura, foi realizada a adubação a lanço. Assim, foram utilizados 100,00 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para a organomineral (05-26-00) e 100 kg ha⁻¹ para a mineral (MAP- 12-54-00); já para a testemunha não foi realizada adubação.

A semeadura e a adubação no campo foram feitas a lanço no dia 21 de maio de 2021. Para isso, após gradagem com auxílio de trena graduada, foram demarcadas as parcelas para posterior adubação e semeadura dos insumos previamente medidos e pesados na

quantidade estabelecida nos tratamentos. Após a adubação, foi realizada a semeadura a lanço com incorporação das sementes utilizando um rastelo. A densidade de plantio foi de 200-350-500-650 sementes por m² distribuídas entre as parcelas em função do sorteio.

Aos 30 dias de emergência foi realizada a adubação de cobertura utilizando-se 40 kg/ha de nitrogênio, e 10 kg/ha de potássio para adubação mineral e organomineral, para cada parcela, seguindo as recomendações do Manual Técnico para Trigo e Triticale (2022).

A colheita foi feita no momento que as plantas estavam com os grãos no estágio de massa macia, mas seca (Estádio de maturação 11.2 de Feekes, descrito por Large, 1954). Assim, foi realizado corte rente ao solo usando uma foice e um quadrado de 0,5 m². O quadrado foi lançado aleatoriamente em 4 pontos dentro de cada parcela, totalizando uma área útil de 2 m² de forragem. As amostras coletadas foram pesadas em uma balança digital portátil para determinação do peso verde da parcela.

As variáveis avaliadas neste ensaio foram altura de plantas (cm), produtividade de matéria fresca (t ha⁻¹) e matéria seca total (t ha⁻¹), total de perfilhos (nº), peso total planta (g), % folha, % colmo, % espiga e características fisiológicas como clorofila, taxa fotossintética líquida ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (gs) ($\text{gs mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), concentração interna de CO₂ (Ci) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$). Para as avaliações fisiológicas, empregou-se um Analisador de Gases com Infravermelho (IRGA), modelo LCpro-SD Marconi/ADC.

Após a obtenção da matéria fresca, coletaram-se e pesaram-se 20 plantas selecionadas ao acaso da área útil. Em seguida, as mesmas foram direcionadas à secagem em estufa de aeração forçada, à temperatura de 55 °C a 60 °C por 72 horas e determinada a porcentagem de matéria seca da forragem. A produtividade de matéria seca foi estimada por meio do peso verde das parcelas multiplicado pela porcentagem de matéria seca. O peso médio foi transformado em (t ha⁻¹).

A variável altura de planta foi obtida pela média de vinte plantas medindo-se da sua base ao ápice das espigas, com auxílio de fita métrica graduada em centímetros no momento da colheita.

Para variável número de perfilhos, foi demarcada uma área de 1m² aleatoriamente. Em cada parcela as avaliações foram realizadas em duas etapas, a primeira avaliação após 15 dias de germinação e a segunda aos 25 dias, o número de perfilhos por planta foi obtido pela contagem manual dos mesmos de maneira não destrutiva.

O estado nutricional das plantas em relação ao nitrogênio foi monitorado semanalmente, ao longo dos estádios de desenvolvimento do trigo com uso do clorofilômetro da marca AtLeaf®. Para isso, realizou-se a leitura em 15 plantas considerando a folha mais jovem do cartucho.

Para a determinação da porcentagem de espiga, colmo e folha na massa verde, determinou-se inicialmente o peso total da massa verde por parcela. Posteriormente, as espigas, os colmos e as folhas da parcela foram pesados e, então, determinada as porcentagens desses. Posteriormente, nas amostras, foram feitas análises de matéria seca (MS) (INCT-CA G-001/1 e G-003/1), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) (INCT-CA F-001/1), fibra em detergente ácido (FDA) (INCT-CA F-008/1), matéria mineral (MM) (INCT-CA M-001/1) e matéria orgânica (MO), seguindo as recomendações descritas por Detmann et al. (2021).

Os dados foram submetidos à análise de variância e, em caso de significância, ao teste de Scott Knott a 5 % de probabilidade ou regressão em função dos dados quantitativos, no *software* SISVAR versão 5.6 (Ferreira, 2019). Posteriormente foi realizada a análise de correlação simples de Pearson (Carvalho et al., 2004), visando conhecer a intensidade com que as variáveis influenciam e são influenciadas por outras.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo das análises de variância para as características agronômicas do trigo em diferentes densidades de semeadura (200, 350, 500 e 650 sementes por m²) e manejos de adubação (mineral, organomineral, sem adubação) estão apresentadas na Tabela 2. Houve efeito significativo apenas do manejo de adubação nas características de altura de plantas, produtividade de matéria fresca, produtividade de matéria seca e porcentagem de folhas. As outras características agronômicas não foram afetadas por nenhum dos tratamentos. Para as características bromatológicas, houve diferença significativa apenas em função do manejo de adubação para a variável fibra em detergente neutro.

Comparando os manejos de adubação, as parcelas sem adubação apresentaram porte menor (104,67 cm) que as demais (Tabela 3). A altura de planta é um indicativo agrônomo de produtividade. Nesse sentido, o fósforo (P) possui funções importantes para

o desenvolvimento vegetal, participando da fotossíntese, divisão e crescimento celular, acarretando consequentemente maior fornecimento de energia (ATP), o que resulta em maior crescimento e desenvolvimento, principalmente no sistema radicular da planta (VIEIRA et al., 2015).

As parcelas adubadas com organomineral (110,26 cm) e mineral (112,31 cm) não diferiram estatisticamente para variável altura de planta, mas apresentaram resposta superior à condição sem adubação. Assim, observa-se grande similaridade com os resultados encontrados por Marques et al. (2014) com aveia preta e aveia branca. Tal fato pode ser relacionado com melhores condições de fertilidade que os adubos testados proporcionaram ao solo, disponibilizando mais nutrientes para a solução do mesmo a fim de serem utilizados pelo trigo em estudo, o que resultou em maior crescimento das plantas. Por conseguinte, a adubação deve ser realizada para fins produtivos da cultura do trigo, independente da fonte do fertilizante utilizada (CQFS – RS/SC. 2016).

Para a variável produtividade de matéria fresca e matéria seca, foi observado efeito significativo do manejo da adubação. Nesse caso, a parcela sem adubação (4.46 t ha^{-1}) e o organomineral ($4,63 \text{ t ha}^{-1}$) foram semelhantes, enquanto o tratamento com adubação mineral ($5,55 \text{ t ha}^{-1}$) foi superior aos demais (Tabela 3).

Possivelmente a adubação mineral favoreceu mais o acúmulo de matéria seca devido ao maior potencial químico reativo do adubo comparado ao organomineral.

Uma desvantagem dos organominerais é a sua ciclagem de nutrientes de elementos como o fósforo ligado à fonte orgânica mais lenta, o que fica mais evidenciado quando trabalhado com culturas de ciclo curto como o trigo. Outra questão, o fósforo adicionado a lanço provavelmente teve menor reação no organomineral. A prática de adubação fosfatada a lanço, em solos com baixa concentração deste nutriente, torna o fósforo limitante, principalmente pela baixa mobilidade desse elemento em solos argilosos como do presente estudo. Em solos argilosos, como o do presente estudo, como o poder 'tampão' é mais alto, a capacidade de extrair fósforo diminui (Sobral et al., 2015). Solos altamente intemperizados tem grande relação com os constituintes mineralógicos, fazendo com que a maior parte do P esteja adsorvido, tornando-se indisponível às plantas.

Ferreira (2014), comparando organomineral (cama de frango mais fosforita granulada e dejetos de suíno mais MAP na forma fluida) com outras fontes minerais (MAP e fosfato supertríplo granulados, e MAP diluído em água), em solos de textura argilosa,

observou maiores teores de P assimilável para os fosfatos solúveis. Ademais, destacou que a liberação de P é mais rápida nas fontes solúveis, visto que a disponibilização da fração orgânica do elemento no solo, com uso do organomineral, demanda que a matéria orgânica seja primeiramente mineralizada.

O fertilizante organomineral, comparado ao mineral, apresenta um potencial químico reativo relativamente inferior; em contrapartida, sua solubilização é gradativa no decorrer do período de desenvolvimento da cultura, quando a eficiência agrônômica pode se tornar maior quando comparado com os fertilizantes minerais solúveis (Kiehl et al., 2013). Conforme Castanheira (2015), o uso contínuo de fertilizantes organominerais diminui a necessidade de grandes volumes de adubação ao longo do tempo, pois estimula a proliferação de organismos responsáveis por mineralizar os nutrientes do solo, disponibilizando-os durante todo o ciclo da planta. Além disso, reduz as perdas por volatilização e lixiviação de nitrogênio, fixação e precipitação do fósforo e lixiviação do potássio.

Para a variável porcentagem de folhas, constatou-se que as parcelas sem adubação (15,79 %) apresentaram números inferiores, diferenciando estatisticamente dos tratamentos com adubação organomineral (19,02%) e mineral (20,66%) (Tabela 3). A expressiva redução da área foliar das plantas cultivadas sob deficiência de P tem sido apontada como um dos principais responsáveis pela diminuição no crescimento vegetal em função da redução da superfície responsável pela captação do CO₂ (Trindade et al., 2010). O número de folhas está relacionado à produção de perfilhos, que é um dos grandes responsáveis pela produção da cultura.

As folhas são órgãos fotossintetizantes onde é capturada e utilizada a energia luminosa para as reações químicas vitais à planta. Presume-se que o P no tecido foliar ingressou no compartimento metabólico das plantas estimulando a fotofosforilação e a atividade da ATPASE e, conseqüentemente, a biossíntese da ATP, assegurando maior aproveitamento de luz, taxas fotossintéticas e divisão e expansão celular (Crous; Ósvaldsson; Ellsworth, 2015). Isso proporcionou aumento no crescimento das plantas e produção de biomassa, conforme verificado no presente estudo (Tabela 3).

Vale evidenciar que para a variável densidade de semeadura o resultado não significativo é um indicativo de grande importância para a cultivar em estudo, uma vez que os custos com maiores densidades tornam a implantação da área agrícola muito onerosa.

Resultado semelhante foi encontrado em experimento realizado por Pires et al. (2021) avaliando diferentes densidades de trigo BRS Belajoia. Os autores reportaram que não houve diferença significativa no rendimento de grãos com densidades de 200,300,400,500 sementes aptas/m². No trigo, em baixas densidades populacionais, ocorre um aumento na formação de perfilhos, que pode ser explicado pela alteração na intensidade de competição entre as plantas e isso tende a manter a produção estável (Almeida; Mundstock, 2001).

Pesquisas demonstram a importância da correlação da densidade de semeadura e o potencial de perfilhamento das cultivares estudadas. Valério; Carvalho e Oliveira (2008), estudando o desenvolvimento de perfilhos em diferentes genótipos de trigo sob diferentes densidades de plantas, observaram que genótipos que apresentam baixo potencial de perfilhamento são mais dependentes da população de plantas para um alto rendimento.

Resultados da composição bromatológica com base no teor de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), matéria seca definitiva (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO) encontram-se na Tabela 4.

Ao analisar o teor de fibra em detergente neutro (FDN), foi constatado efeito significativo do manejo da adubação. A parcela sem adubação (53,54%) e o mineral (52,52%) foram semelhantes, enquanto o tratamento com adubação organomineral (56,61%) apresentou maior teor de FDN.

Os teores de FDN e FDA são indicativos da quantidade e qualidade de fibra da forragem. Valores menores nos teores de FDA são um bom indicador da melhoria do valor nutritivo da silagem, pois há uma correlação negativa entre os teores de FDA e a degradabilidade do alimento (Van soest, 1994).

A variação nos conteúdos de celulose e hemicelulose pode estar relacionada com a determinação dessas frações FDN e FDA, visto que esses conteúdos são obtidos pela diferença dessas frações. Comparando os teores de FDN e FDA, podemos, então, determinar a hemicelulose pela sua diferença. Hemicelulose é um grupo de substâncias que acompanha de perto a formação da parede celular das plantas e é composto, principalmente, por pentoses (xilose e arabinose) e hexoses (glicose, manose e galactose), ácidos urônicos e grupo acetilas (Farinas, 2011). Considerando que a FDN é composta por (celulose, hemicelulose, lignina) e está relacionada com a ingestão de alimentos pelos bovinos e a FDA é composta por (celulose, lignina) e seu teor mais elevado está relacionado a uma menor digestibilidade, pode-se inferir que a parcela com adubação organomineral, apesar de ter

maior teor de FDN, pode apresentar melhor digestibilidade da fração fibrosa, tendo em vista a maior relação FDN/FDA, com maior participação de hemicelulose.

Os resultados das estimativas de correlação de Pearson para os caracteres avaliados estão sumarizados na Tabela 5. Na interpretação das correlações, três aspectos devem ser considerados: a magnitude, a direção e a significância. Estimativas de coeficiente de correlação positivas indicam a tendência de um caráter aumentar quando o outro aumenta, correlações negativas indicam tendência de um caráter aumentar enquanto outro diminui (Nogueira et al., 2012).

Diante das correlações de Pearson, foi possível notar que a característica positiva mais fortemente correlacionada foi a produtividade de massa fresca e seca, como já esperado ($r= 0,97$). Já para correlação total de perfilho, foi observado correlação positiva entre matéria seca ($r= 0,53$) e fresca ($r=0,49$), e também para o teor de fósforo da folha bandeira (P) ($r= 0,43$). Desse modo, pode-se afirmar que a produção de perfilho tem relação positiva com a produtividade e o teor de P da folha bandeira, resultado que demonstra a importância da adubação fosfatada.

A folha bandeira é considerada a fonte primária para o enchimento de grãos devido à curta distância da espiga. As folhas situadas na porção superior do colmo são responsáveis pela maior parte da produção de fotoassimilados para a produção de grãos (Souza et al., 2013). A capacidade de perfilhamento tem caráter compensatório ao longo do desenvolvimento fenológico das plantas e, dada sua forte influência sobre a quantidade de espigas por planta, ela é importante para regular a sobrevivência dos perfilhos. Perfilhos autossuficientes e fotossinteticamente ativos tendem a contribuir para aumento na produtividade de grãos (Fioreze & Rodrigues, 2012).

Para altura de plantas, obteve-se correlação positiva com as variáveis produtividade de matéria seca ($r=0,49$) e fresca ($r=0,52$). A elevação na altura de plantas favoreceu a produtividade de massa. Isso era esperado, uma vez que plantas mais altas podem produzir maior volume de massa se as frações folhas, espigas e grãos também forem elevadas. Crevelari et al. (2018) e Domingues et al. (2013) registraram correlação de 0,75 e 0,80, respectivamente, para as mesmas variáveis, fator que fez estes últimos autores indicarem a possibilidade de seleção indireta das plantas mais altas visando maiores produtividades.

Segundo Paixão et al. (2008), a elevada altura de planta pode fazer com que o genótipo apresente maior susceptibilidade ao acamamento, podendo por vezes não ser indicado para o cultivo em locais com grande intensidade de ventos e solo muito férteis.

Foi observada correlação negativa significativa de baixa magnitude entre a porcentagem de folha e porcentagem de espiga ($r=-0,47$). Também ocorreu correlação negativa de magnitude alta ($r=-0,71$) para a correlação colmo e espiga, o que evidencia o efeito de diluição destas frações com o aumento da porção forrageira da planta. Isso se explica, uma vez que a colheita foi realizada quando a planta estava no estágio de maturação 11.2 de Feekes. Falqueto et al. (2009) argumentaram que a produtividade é fortemente influenciada pela eficiência das plantas em direcionar seus assimilados para estruturas específicas, bem como pela capacidade de modificar este carregamento ao longo de seus estádios fenológicos, nas diferentes condições do ambiente.

A variável taxa fotossintética correlacionou-se de forma positiva com produção de matéria seca ($r=0,42$), fresca ($r=0,42$), altura de planta ($r=0,48$) e peso total da planta ($r=0,55$). Essa correlação positiva entre produção e fotossíntese no trigo, possivelmente se deve à maior disponibilidade e à captação de luz. A taxa fotossintética está diretamente relacionada à radiação fotossinteticamente ativa e indiretamente aos fatores relacionados, às trocas gasosas e disponibilidade hídrica.

Xiao et al. (2012) relataram que o rendimento de biomassa foi maior em altas taxas fotossintéticas pós-antese, considerando que grande parte da fotossíntese produzida durante o período pós-antese é direcionada para os drenos. Sendo assim, aumentos na taxa fotossintética e condutância estomática de cultivares modernos, principalmente depois da antese, podem ser importantes ferramentas para elevar o potencial de rendimento em trigo (Beche, 2013). Com isso, pode-se afirmar que a cultura do trigo possui uma correlação positiva, quanto maior a taxa fotossintética é possível que a produtividade também aumente. Estudos afirmam que a correlação positiva entre produção e taxa fotossintética provavelmente existe apenas para as culturas em que a maior parte da planta é colhida.

Para a variável transpiração, foi verificada forte correlação positiva com a condutância estomática ($r=0,91$). Cerca de 95 % da água absorvida pela planta é utilizado para manutenção do equilíbrio térmico pela transpiração. Quando as plantas enfrentam escassez de água, a transpiração das folhas diminui, causando uma redução da condutância estomática (Liu et al., 2011). Além do fechamento estomático, a diminuição na transpiração

pode também causar insuficiente resfriamento da folha que leva ao aumento na sua temperatura. Esse resultado demonstra que a transpiração e condutância estomática (gs) estão diretamente correlacionadas.

Foi constatada também correlação positiva com a taxa fotossintética líquida e transpiração ($r=0,52$). Segundo Catuchi et al. (2012), a razão entre a taxa fotossintética e a taxa de transpiração resulta na maior eficiência no uso da água pelas plantas, sendo mais um parâmetro fisiológico que expressa quantitativamente o comportamento momentâneo das trocas gasosas na folha, e que varia entre as espécies. Isso indica a capacidade da planta em regular trocas gasosas, ao reduzir proporcionalmente mais a condutância estomática e, conseqüentemente, a transpiração do que a assimilação de CO_2 , o que gera economia de água pelas moléculas de CO_2 assimiladas, uma vez que a redução parcial da condutância estomática limita proporcionalmente mais a transpiração do que a entrada de CO_2 na folha.

As correlações não significativas encontradas para os demais pares de caracteres não sugerem falta de correlação, apenas indicam que não se enquadraram na reta linear da correlação de Pearson.

4.4 CONCLUSÃO

A utilização de MAP mineral a lanço propicia resultados de produtividades de matéria seca superiores ao organomineral e testemunha nas doses avaliada.

A cultivar MGS Brilhante demonstra boa adaptação ao semiárido mineiro, com grande capacidade de perfilhamento. Entretanto, o aumento de sementes na ocasião da semeadura não afeta os atributos produtivos da planta.

4.5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), à Unimontes, Pró-Reitoria de Pesquisa, ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Universidade Estadual de Minas Gerais (UFMG), à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), ao Núcleo de Estudos em Produção e tecnologia de Cereais

(NEPROTEC-UFMG) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

4.6 REFERÊNCIAS

- Álvares, CA, Stape, JL, Sentelhas, PC, Gonçalves, JDM, & Sparovek, G. (2013). Mapa de classificação climática de Köppen para o Brasil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22 (6), 711-728.
- Almeida, MLD, & Mundstock, CM. (2001). A qualidade da luz afeta o afilamento em plantas de trigo, quando cultivadas sob competição. *Ciência Rural*, 31(3), 401-408. Doi: 10.1590/S0103-84782001000300006
- Carvalho, FIF, Lorencetti, C, & Benin, G. (2004) Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal. Pelotas, 142.
- Castanheira, T, Alecrim, DO, & Beluttivoltolini, G. (2015). Organominerais: sustentabilidade e nutrição para o solo. *Revista Campo & Negócios Grãos, Uberlândia*. <http://www.revistacampoenegocios.com.br/organomineraissustentabilidade-e-nutricao-para-o-solo/>
- Catuchi, TA, Guidorizzi, FVC., Guidorizi, KA., Barbosa, ADM, & Souza, GM. (2012). Respostas fisiológicas de cultivares de soja à adubação potássica sob diferentes regimes hídricos. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 47, 519-527. Doi: 10.1590/S0100-204X2012000400007
- Comissão de Química e Fertilidade do Solo – CQFS RS/SC. (2004) Manual de recomendação de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10. ed. Porto Alegre, SBCS/NRS. 400 p.
- Crevelari, JA, Durães, NNL, Bendia, LCR., Vettorazzi, JCF., Entringer, GC, Ferreira Júnior, JA, & Pereira, MG. (2018). Correlations between agronomic traits and path analysis for silage production in maize hybrids. *Bragantia*, 77, 243-252. Doi: 10.1590/1678-4499.2016512

- Crous, KY, Osvaldsson, A, & Ellsworth, DS. (2015). Is phosphorus limiting in a mature Eucalyptus woodland? Phosphorus fertilisation stimulates stem growth. *Plant and Soil*, 391(1), 293-305. Doi: 10.1007/s11104-015-2426-4
- Detmann, E, Silva, LFC, Rocha, GC, Palma, MNN, & Rodrigues, JPP. (2021). Métodos para análise de alimentos. 2ª Edição, Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 350p.
- Domingues, AN, Abreu, JGD, Caneppele, C, Reis, RHPD, Behling Neto, A, & Almeida, CMD. (2013). Agronomic characteristics of corn hybrids for silage production in the State of Mato Grosso, Brazil. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 35, 7-12. Doi: 10.4025/actascianimsci.v35i1.15592
- Embrapa. 2015. Sorgo: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: EMBRAPA, 327p.
- Farinas, CS. (2011). A parede celular vegetal e as enzimas envolvidas na sua degradação. São Carlos: Embrapa instrumentação.
- Falqueto, AR, Cassol, D, Magalhães Júnior, AMD, Oliveira, ACD, & Bacarin, MA. (2009). Crescimento e partição de assimilados em cultivares de arroz diferindo no potencial de produtividade de grãos. *Bragantia*, 68, 563-571. Doi: 10.1590/S0006-87052009000300002
- Ferreira, DF. (2009) Estatística básica. 2.ed. Lavras: UFLA. 664p.
- Ferreira, DF. (2019). SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs: Sisvar. *Brazilian Journal of Biometrics*, 37(4), 529-535. Doi: 10.28951/rbb.v37i4.450
- Ferreira, NR. Eficiência agronômica de fertilizantes organominerais sólidos e fluidos em relação à disponibilidade de fósforo. (2014). 67p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita, Botucatu.
- Fioreze, SL, & Rodrigues, JD. (2012). Perfilamento do trigo em função da aplicação de regulador vegetal. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 7, 750-755. DOI:10.5039/agraria.v7isa1923

- Foloni, JSS, Bassoi, MC, & Silva, SR. (2016). Indicações fitotécnicas para cultivares de trigo da Embrapa no Paraná. Londrina: Embrapa Soja, 24 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 117).
- Hastenpflug, M, Braida, JA, Martin, TN, Ziech, MF, Simionatto, CC, & Castagnino, DS. (2011). Cultivares de trigo duplo propósito submetidos ao manejo nitrogenado e a regimes de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 63, 196-202. Doi: 10.1590/S0102-09352011000100029
- Gao, Y, Zhang, M, Yao, C, Liu, Y, Wang, Z, & Zhang, Y. (2021). Increasing seeding density under limited irrigation improves crop yield and water productivity of winter wheat by constructing a reasonable population architecture. *Agricultural Water Management*, 253, 106951. Doi: 10.1016/j.agwat.2021.106951
- Horst, EH, Neumann, M, Mareze, J, Leão, GFM., & Dochwat, A. (2016). Silagem pré-secada de cereais de inverno em estágio de pré-florescimento: Revisão. *Pubvet*, 11, 313-423.
- Kiehl, EJ. (2013). Fertilizantes organominerais. 2 ed. Piracicaba: Agronômica CERES, Degaspari, 148 p.
- Large, EC. (1954) Growth stages in cereals. Illustration of the Feekes scale. *Plant Pathology*, 3, 128-129.
- Lehmen, RI, Fontaneli, RS, Fontaneli, RS, & Santos, HPD. (2014). Rendimento, valor nutritivo e características fermentativas de silagens de cereais de inverno. *Ciencia rural*, 44, 1180-1185. Doi: 10.1590/0103-8478cr20130840
- Liu, Y, Subhash, C, Yan, J, Song, C, Zhao, J, & Li, J. (2011). Maize leaf temperature responses to drought: Thermal imaging and quantitative trait loci (QTL) mapping. *Environmental and Experimental Botany*, 71(2), 158-165. Doi: 10.1016/j.envexbot.2010.11.010
- Marques, ACR., Krolow, RH, Rigodanzo, EL, Basso, LJ, Botta, R., & Missio, E. (2014). Desempenho da mistura de aveia preta e azevém em função da adubação orgânica e mineral. *Revista Ceres*, 61, 112-120. Doi: 10.1590/S0034-737X2014000100015
- Nogueira, APO, Sediya, T, de Sousa, LB, Hamawaki, OT, Cruz, CD, Pereira, DG, & Matsuo, E. (2012). Path analysis and correlations among traits in soybean grown in two dates sowing. *Bioscience Journal*, 28(6), 877-888.

- Pires, J, Scheeren, P, Caierao, E, De Castro, RL, Lau, D, Santana, F, ... & Pasinato, A. (2021). Indicações para o manejo da cultivar de trigo BRS Belajoia (RS, SC e sul do PR). *Embrapa Trigo-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)*.
- Rodrigues, DA, Avanza, MFB, & Dias, LGGG. (2011). Sobressemeadura de aveia e azevém em pastagens tropicais no inverno-revisão de literatura. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*, 9(16).
- Santos, HP, Fontaneli, R, Spera, S, Dalmago, G, Pires, J, & Santi, A. (2019). Sistemas de produção para cereais de inverno: três décadas de estudos. *Embrapa Trigo-Livro científico (ALICE)*.
- Sobral, LF, Barreto, MDV, Silva, AJ, & Dos Anjos, JL. (2015). Guia prático para interpretação de resultados de análises de solos. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 13 p.
- Souza, VQ, Nardino, M, Bonato, GO, Bahry, CA, Caron, BO, Zimmer, PD, & Schmidt, D. (2013). Desfolha em diferentes estádios fenológicos sobre características agrônômicas em trigo. *Bioscience Journal*. 29, 1905-1911.
- Trindade, RS, Araújo, AP, & Teixeira, MG. (2010). Leaf area of common bean genotypes during early pod filling as related to plant adaptation to limited phosphorus supply. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34, 115-124. Doi: 10.1590/S0100-06832010000100012
- Valério, IP, Carvalho, FFD., Oliveira, ACD., Machado, ADA., Benin, G, Scheeren, PL., ... & Hartwig, I. (2008). Desenvolvimento de afilhos e componentes do rendimento em genótipos de trigo sob diferentes densidades de semeadura. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43, 319-326. Doi: 10.1590/S0100-204X2008000300005
- Vieira, CR, Weber, OLS, & Scaramuzza, JF. (2015). Saturação por bases e doses de P no crescimento e na nutrição de mudas de cerejeira. *Nativa*, 3(1), 01-09. Doi: 10.31413/nativa.v3i1.1787
- Vieira, EM, Albuquerque, CJB, Rigueira, JPS, Gomes, VM, de Oliveira Coelho, MA, Júnior, VRRR, ... & Gomes, MLR (2022). Produção e valor nutricional de cultivares de trigo e triticale em diferentes épocas de colheita no semiárido mineiro. *Semina: Ciências Agrárias*, 43 (1), 381-396.

- Vieira Júnior, PA, Neto, DD, Oliveira, RF, Peres, LEP., Martin, TN, Manfron, PA, & Bonnacarrère, RAG. (2007). Relações entre o potencial e a temperatura da folha de plantas de milho e sorgo submetidas a estresse hídrico. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 29(4), 555-561.
- Van Soest, PJ. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant*. Cornell university press. 476p
- Wang, Y, & Li, J. (2008). Molecular basis of plant architecture. *Annual review of plant biology*, 59, 253-279. Doi: 10.1146/annurev.arplant.59.032607.092902
- Xiao, YG, Qian, ZG, Wu, K, Liu, JJ, Xia, XC, Ji, WQ, & He, ZH. (2012). Genetic gains in grain yield and physiological traits of winter wheat in Shandong Province, China, from 1969 to 2006. *Crop Science*, 52(1), 44-56. Doi: 10.2135/cropsci2011.05.0246
- Zheng, M, Chen, J, Shi, Y, Li, Y, Yin, Y, Yang, D, ... & Li, Y. (2017). Manipulation of lignin metabolism by plant densities and its relationship with lodging resistance in wheat. *Scientific Reports*, 7(1), 1-12. Doi: 10.1038/srep41805

Tabela 2. Resumo das análises de variância para total de perfilhos (TP), altura de plantas (AP), produtividade de matéria fresca (MF), produtividade de matéria seca (MS), peso de planta (PP), porcentagem de folha (% Folha), porcentagem de colmo (% colmo) e porcentagem de espiga (% espiga) do trigo submetido a diferentes manejos de adubação e densidades de semeadura.

F.V	G.L	Quadrado Médio							
		TP (nº)	AP (m)	MF (t ha-1)	MS (t ha-1)	PP (g)	% Folha	%Colmo	% espiga
Blocos	2	180340,33	545,02	31,24	5,85	0,06	29,23	8,30 ^{ns}	11,83 ^{ns}
Adubação (A)	2	42609,45 ^{ns}	191,14*	32,53*	4,00*	0,06 ^{ns}	72,18*	15,05 ^{ns}	27,78 ^{ns}
População (P)	3	52128,10 ^{ns}	6,38 ^{ns}	1,07 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,242 ^{ns}	7,86 ^{ns}	8,80 ^{ns}	6,99 ^{ns}
A x P	6	14912,58 ^{ns}	19,24 ^{ns}	5,59 ^{ns}	0,79 ^{ns}	0,2072 ^{ns}	4,31 ^{ns}	6,45 ^{ns}	5,88 ^{ns}
Erro Total	22 35	27352,69 ^{ns}	33,06 ^{ns}	8,39 ^{ns}	0,89 ^{ns}	0,12 ^{ns}	9,18 ^{ns}	26,92 ^{ns}	31,35 ^{ns}
Média		266.08	108.87	12.70	4.88	2.67	18.63	48.48	32.88
CV (%)		62,16	5,28	22,80	19,44	15,40	16,27	10,70	17,03

F.V. – Fontes de variação; C.V. – Coeficiente de variação; G.L. – Graus de liberdade; Int. – Interação; **, * – Significativo a 5 % de probabilidade; ^{ns} – Não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade de acordo com o teste de Scott-Knott.

Tabela 3. Resultados médios para altura de plantas (cm), produtividade de matéria fresca ($t\ ha^{-1}$), produtividade de matéria seca ($t\ ha^{-1}$), porcentagem de folha (%) do trigo submetido a diferentes manejos de adubação e densidades de semeadura.

Adubação	Altura Planta(cm)	Matéria Fresca ($t\ ha^{-1}$)	Matéria Seca ($t\ ha^{-1}$)	Porcentagem de folha (%)
Sem Adubação	104,67 b	11,75 b	4,46 b	15,79 b
Organomineral	110,26 a	11,87 b	4,63 b	19,02 a
Mineral	112,31 a	14,72 a	5,55 a	20,66 a

Médias com mesma letra minúscula na coluna pertencem ao mesmo agrupamento, de acordo com o teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

Tabela 4. Composição bromatológica, com base no teor de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO) em trigo submetido a diferentes manejos de adubação e densidades de semeadura. Montes Claros/MG.

Adubação	MS (%)	MM (%)	MO (%)	FDN	FDA	PB (%)
Sem Adubação	32,68 a	6,52 a	80,02 a	53,54 b	32,83 a	8,01 a
Organomineral	34,36 a	6,02 a	82,48 a	56,61 a	34,07 a	8,22 a
Mineral	32,84 a	6,10 a	81,48 a	52,52 b	33,72 a	8,73 a

Médias com mesma letra minúscula na coluna pertencem ao mesmo agrupamento, de acordo com o teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

Tabela 5. Correlações de Pearson envolvendo as variáveis em trigo: Total de perfilhos (TP), Produtividade de matéria seca (MS), Produtividade para matéria fresca (MF), Produtividade total de planta (PTP), porcentagem de folhas (FO), porcentagem de Colmo (CO), porcentagem de Espiga (ESP), Clorofila (Clor), Taxa fotossintética líquida (TFL), transpiração (TRANS), condutância estomática (C ES), Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K), considerando o trigo submetido a diferentes manejos de adubação e densidades de semeadura.

Correlações	AP	MF	MS	PTP	FO	CO	ESP	CLOR	TFL	TRANS	C ES	CO2	N	P	K
TP	0,15 ns	0,49 *	0,53 *	0,10 ns	-0,25 ns	-0,09 ns	0,27 ns	-0,14 ns	0,41 ns	0,35 ns	0,26 ns	-0,32 ns	0,24 ns	0,43 *	0,30 ns
AP		0,49 *	0,52 *	0,31 ns	0,03 ns	0,10 ns	-0,11 ns	0,10 ns	0,48 *	0,15 ns	0,00 ns	-0,11 ns	0,41 ns	0,40 ns	-0,08 ns
MF			0,97 **	0,27 ns	-0,20 ns	-0,16 ns	0,30 ns	-0,26 ns	0,42 *	0,23 ns	0,11 ns	-0,33 ns	0,41 ns	-0,02 ns	0,01 ns
MS				0,30 ns	-0,23 ns	-0,17 ns	0,33 ns	-0,22 ns	0,42 *	0,23 ns	0,09 ns	-0,29 ns	-0,09 ns	-0,03 ns	-0,19 ns
PTP					-0,01 ns	0,17 ns	-0,15 ns	-0,21 ns	0,55 **	0,38 ns	0,33 ns	-0,02 ns	0,08 ns	-0,16 ns	0,17 ns
FO						-0,29 ns	-0,47 *	0,08 ns	-0,11 ns	-0,22 ns	-0,14 ns	0,34 ns	0,07 ns	0,18 ns	-0,10 ns
CO							-0,71 **	0,15 ns	0,10 ns	-0,11 ns	-0,04 ns	-0,06 ns	-0,13 ns	-0,10 ns	-0,05 ns
ESP								-0,21 ns	-0,01 ns	0,26 ns	0,15 ns	-0,19 ns	0,01 ns	0,11 ns	-0,14 ns
CLOR									-0,07 ns	0,07 ns	0,04 ns	0,16 ns	0,00 ns	0,02 ns	-0,27 ns
TFL										0,52 *	0,41 ns	-0,21 ns	-0,30 ns	-0,10 ns	-0,04 ns
TRANS											0,91 **	0,17 ns	-0,29 ns	-0,16 ns	0,42 *
C ES												0,23 ns	-0,14 ns	0,37 ns	0,80 **
CO2													0,03 ns	0,60 **	0,39 ns
N														0,61 **	0,40 ns
P															0,40 ns

* Significativo a 5 % de probabilidade pelo teste t - ** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste t - NS Não significativo a 5 % de probabilidade pelo teste t.

Tabela 6. Resumo das análises de variância para as variáveis: Clorofila (Clor), Taxa fotossintética líquida (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (gs $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), concentração interna de CO_2 (Ci) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$).

F.V	G.L	Quadrados Médios				
		<i>Clor</i>	<i>A</i>	<i>E</i>	<i>gs</i>	<i>Ci</i>
Blocos	2	1,79	1,47	0,66	0,0070	26318,77
Adubação(A)	2	19,99 ^{ns}	30,13 ^{ns}	0,1358 ^{ns}	0,0015 ^{ns}	43,1450 ^{ns}
População(P)	3	19,36 ^{ns}	35,12 ^{ns}	0,0214 ^{ns}	0,0021 ^{ns}	9997,20 ^{ns}
A x P	6	13,93 ^{ns}	18,54 ^{ns}	0,3594 ^{ns}	0,0070 ^{ns}	7231,71 ^{ns}
Erro	22	15,73 ^{ns}	20,79 ^{ns}	0,3191 ^{ns}	0,0061 ^{ns}	8138,76 ^{ns}
Total	35					
Média		57,51	13,84	1,60	0,16	230
C.V (%)		6,90	69,50	35,24	48,86	39,14

F.V. – Fontes de variação; C.V. – Coeficiente de variação; G.L. – Graus de liberdade; Int. – Interação; **, * – Significativo a 5 % de probabilidade; ^{ns} – Não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade de acordo com o teste de Scott-Knott.

Tabela 7. Macronutrientes N, P, K na folha bandeira em trigo submetido a diferentes manejos de adubação e densidades de semeadura. Montes Claros/MG

Adubação	Nitrogênio(N) (dag kg- 1)	Fósforo(P) (dag kg- 1)	Potássio(K) (dag kg- 1)
Sem adubação	3,88 a	0,29 a	1,57 a
Organomineral	4,23 a	0,32 a	1,82 a
Mineral	4,11 a	0,30 a	1,63 a
CV(%)	29,22	27,45	32,40

Médias com mesma letra minúscula na coluna pertencem ao mesmo agrupamento, de acordo com o teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cultura do trigo utilizada no estudo apresenta potencial para alimentação de ruminantes no semiárido brasileiro, demonstrou boa adaptabilidade para a região, com bom valor nutricional. A cultivar apresentou potencial de perfilhamento, entretanto, as diferentes densidades de semeadura não resultaram em diferenças de produtividade.