

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

AGRONOMIA

DESEMPENHO DO TRIGO E DO TRITICALE ADUBADOS COM
FERTILIZANTES MINERAL E ORGANOMINERAL PARA USO NO NORTE DE
MINAS GERAIS

AUGUSTO ÁLVARES BARBOSA ROCHA



Augusto Álvares Barbosa Rocha

**DESEMPENHO DO TRIGO E DO TRITICALE ADUBADOS COM
FERTILIZANTES MINERAL E ORGANOMINERAL PARA USO NO NORTE DE
MINAS GERAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Ciências
Agrárias da Universidade Federal de
Minas Gerais, como requisito parcial,
para a obtenção do título de Bacharel
em Agronomia

Orientador: Prof.º Luiz Arnaldo
Fernandes

Montes Claros

2025

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVO GERAL	9
3. OBJETIVO ESPECÍFICO	10
4. REFERENCIAL TEÓRICO	10
4.1. Fertilizante mineral e organomineral	10
4.2. Trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	11
4.3. Triticale (<i>Triticosecale wittmack</i>)	13
5. MATERIAL E MÉTODOS	13
5.1. Área experimental e delineamento	13
5.2. Coleta de dados	15
5.3. Análises estatística	15
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
7. CONCLUSÃO	22
8. BIBLIOGRAFIA	22

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: REPRESENTAÇÃO DA ÁREA ONDE FOI FEITO O PLANTIO DO TRIGO E TRITICALE NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS – UFMG. FONTE: GOOGE.EARTH

FIGURA 2: TEMPERATURA MÉDIA MENSAL DOS ANOS 2021 E 2022. FONTE: INMET

FIGURA 3: MÉDIA DE ALTURA DE PLANTAS (AP) DE TRIGO E TRITICALE SOB DOSES DE 0 KG HA⁻¹, 52 KG HA⁻¹, 104 KG HA⁻¹ E 156KG HA⁻¹ DE P2O5 DOS FERTILIZANTES MINERAL E ORGANOMINERAL.

FIGURA 4: MÉDIA DA MASSA FRESCA (PMF) DE TRIGO E TRITICALE SOB DOSES DE 0 KG HA⁻¹, 52 KG HA⁻¹, 104 KG HA⁻¹ E 156KG HA⁻¹ DE P2O5 DOS FERTILIZANTES MINERAL E ORGANOMINERAL.

FIGURA 5: MÉDIA DA MASSA SECA (PMS) DE TRIGO E TRITICALE SOB DOSES DE 0 KG HA⁻¹, 52 KG HA⁻¹, 104 KG HA⁻¹ E 156KG HA⁻¹ DE P2O5 DOS FERTILIZANTES MINERAL E ORGANOMINERAL

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores médios de Altura de planta (AP), Peso da massa seca (PMS), e Clorofila (CLO) das espécies de trigo e triticales em dois anos agrícolas em resposta a adubação mineral e organomineral.

Tabela 2: Valores médios de Altura de plantas de Trigo e Triticales em resposta às doses de P_{205} dos Fertilizante Mineral e organomineral.

Tabela 3: Valores médios de Número de perfilhos de Trigo e Triticales em dois anos agrícolas em resposta às doses de P_{205} dos adubação mineral e organomineral.

Tabela 4: Valores médios de Matéria mineral (MM) e Matéria orgânica (MO) de Trigo e Triticales em resposta às doses de P_{205} dos adubação mineral e organomineral em dois anos agrícolas.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AP – Altura de Planta

DAP – Fosfato diamônico.

FM – Fertilizante Mineral

FO – Fertilizante Organomineral

MAP – Fosfato monoamônico

MM – Matéria mineral

MO – Matéria orgânica

PMF – Peso de matéria fresca

PMS – Peso de matéria seca

USDA – Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

Resumo: O trigo e o triticale têm despertado o interesse dos produtores da região Norte de Minas Gerais nos últimos anos, assim como o uso de fertilizantes organominerais em substituição aos fertilizantes minerais. Nesse contexto, objetivou-se avaliar o desempenho do trigo e triticale submetidos à adubação com organomineral e mineral para uso no Norte de Minas Gerais, durante dois anos. O experimento foi realizado em área irrigada da Fazenda experimental da Universidade Federal de Minas Gerais, que se encontra situado na cidade de Montes Claros – MG. O ensaio foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x2x2x4, com três repetições. Os tratamentos consistiram em 2 culturas (trigo Panaty e triticale), 2 fertilizantes (organomineral 05-26-00 e mineral – MAP 12-54-00), 4 doses de fertilizantes (0; 52; 104; 156 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e dois anos de avaliação (2020 e 2021). Após o preparo convencional do solo a semeadura e adubação, nos respectivos tratamentos, foram feitos a lanço utilizando 200 sementes por metro quadrado e posterior incorporação com auxílio de enxada. A adubação de cobertura foi realizada 30 dias após a semeadura (no perfilhamento pleno), com a dosagem de 100kg ha⁻¹ do adubo NPK 20-0-20. O corte do trigo foi feito com o auxílio de cutelos, ocorrendo 90 dias após a semeadura. Os cortes foram realizados em 4 pontos aleatórios dentro da parcela, medindo 0,5m² totalizando em cada parcela 2m². De acordo com os resultados obtidos, o ano de 2022 proporcionou clima mais favorável para o desenvolvimento das plantas. Tanto o fertilizante mineral quanto o organomineral aumentaram linearmente o crescimento das plantas com o aumento das doses, sendo o maior crescimento obtido com a utilização de fertilizante organomineral.

Termos de indexação: *Triticum aestivum*, *Puccinia triticina*, fertilidade do solo, irrigação, semiárido.

1. INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é uma gramínea da família Poaceae, tem seu melhor desenvolvimento em climas temperados e com baixo teor de umidade. O trigo desempenha um papel importante na alimentação dos brasileiros, sendo a base de diversos produtos como farinha de trigo (usada em pães, bolos e biscoitos), semolina e farinha integral (MORI, 2016). Outra gramínea que vem ganhando destaque como alternativa ou complemento ao trigo é o triticale. Pertencente à mesma família do trigo, o triticale é uma planta anual resistente a climas mais baixos. É uma cultura originada do cruzamento entre trigo (*Triticum aestivum*) e centeio (*Secale cereale*). O triticale é uma matéria-prima versátil, utilizada tanto na produção de alimentos para consumo humano, como o trigo, quanto na formulação de rações para animais. O grão é o principal produto, podendo ser ofertado inteiro ou moído (MORI; NASCIMENTO; MIRANDA, 2014). O triticale além de possuir resistência à ataques de doenças como a doença da ferrugem (*Puccinia triticina*) também possui capacidade de sobreviver em locais com solos mais arenosos e pobres em nutrientes (MORI; NASCIMENTO; MIRANDA, 2014). Apesar dessa característica ser importante, a busca por manejos é necessária para que se obtenha altas produtividades das culturas.

Os solos do Norte de Minas apresentam baixos níveis de nutrientes, especialmente do macronutriente fósforo (P), essencial para o crescimento das plantas. Essa deficiência de P resulta das condições edafoclimáticas da região, caracterizadas por baixo teor de matéria orgânica (MO), alta acidez e intensa lixiviação (RESENDE; FURTINI NETO, 2007).

Os fertilizantes desempenham um papel fundamental na agricultura moderna ao fornecer fósforo (P), um macronutriente essencial para o desenvolvimento das plantas (ATAÍDE, 2024). Os fertilizantes minerais têm origem em fontes naturais que passam por processos industriais para se tornarem nutrientes disponíveis às plantas. De acordo com Boschiero (2023), a principal fonte de fósforo são as rochas fosfáticas, que passam por moagem e processamento. Em seguida, essas rochas recebem um tratamento químico com ácido sulfúrico ou ácido fosfórico (50%), o que resulta na produção dos principais fertilizantes fosfatados: fosfato diamônico (DAP, 18-46-00), fosfato

monoamônico (MAP, 11-52-00), superfosfato triplo (TSP, 00-46-00) e fertilizantes multinutrientes (NPK).

Esses fertilizantes fornecem macronutrientes primários e secundários, como o fósforo (P), um nutriente essencial para o desenvolvimento das plantas (Cruz; Pereira; Figueiredo, 2017; Ataíde, 2024), além de micronutrientes igualmente indispensáveis para o crescimento vegetal. O Brasil é um dos países que mais importa fertilizantes químicos no mundo, tornando cada vez mais difícil e mais caro adquirir esses produtos (OLIVEIRA, 2019). Diante do cenário de crescente valorização dos fertilizantes químicos, os fertilizantes organominerais (FOs) têm conquistado uma participação significativa no mercado.

Os FO's combinam fontes minerais com materiais orgânicos, promovendo maior eficiência na liberação de nutrientes (Cruz; Pereira; Figueiredo, 2017). Além disso, esse fertilizante apresenta menor impacto ao meio ambiente, pois utiliza resíduos de outros sistemas de produção, como os de origem animal, vegetal e o lodo de esgoto. Denominado biossólido, o lodo de esgoto é um resíduo alternativo sustentável e eficiente para uso agrícola, devido ao seu alto teor de matéria orgânica e nutrientes essenciais (OLIVEIRA et al., 2016; ABREU et al., 2019).

A principal vantagem está relacionada ao meio ambiente, a maior quantidade de matéria orgânica do solo proporciona um aumento na atividade microbiana do solo, tornando o solo mais fértil (CORDEIRO et al., 2024). Dessa forma, o trabalho tem como objetivo avaliar o potencial do tritcale como alternativa sustentável para regiões com solos de baixa fertilidade, destacando suas vantagens agronômicas, econômicas e ambientais. Além disso, busca discutir a importância do manejo adequado e o uso de fertilizantes, com ênfase nos organominerais, para aumentar a produtividade e a sustentabilidade agrícola em regiões do Norte de Minas.

2. OBJETIVO GERAL

Avaliar o desempenho do trigo e tritcale submetidos à adubação com organomineral e mineral para uso no Norte de Minas Gerais

3. OBJETIVO ESPECÍFICO

Avaliar as características morfológicas, como altura de planta, peso da massa fresca e seca e número de perfilhos do trigo e triticale submetidos à adubação organomineral e mineral.

Avaliar a clorofila do trigo e triticale submetidos à adubação organomineral e mineral.

Avaliação da matéria mineral e matéria orgânica do trigo e triticale submetidos à adubação organomineral e mineral.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1. Fertilizante mineral e organomineral

O Norte de Minas Gerais apresenta clima tropical e solos caracterizados por alta acidez e baixa disponibilidade de nutrientes. Em virtude dessas condições, é essencial o uso de fertilizantes, sejam químicos ou orgânicos, para incrementar a oferta de nutrientes e garantir o desenvolvimento das culturas (OLIVEIRA et al., 2021). Segundo Caldeira e Serrano (2022), o Brasil importa aproximadamente 85% de todo o fertilizante utilizado na agricultura. Em 2021, o país consumiu cerca de 43 milhões de toneladas, com a maior parte destinada à produção de soja, milho e cana-de-açúcar.

Os fertilizantes, de origem natural ou sintética, são responsáveis por fornecer às plantas macronutrientes primários e secundários, além de micronutrientes minerais essenciais para o seu desenvolvimento (CRUZ; PEREIRA; FIGUEIREDO, 2017). Quando utilizados adequadamente, os fertilizantes têm a capacidade de enriquecer o solo, promovendo um aumento na produtividade agrícola (CRUZ; PEREIRA; FIGUEIREDO, 2017).

Os fertilizantes fosfatados de maior emprego na agricultura contemporânea incluem o superfosfato simples, o superfosfato triplo, o fosfato monoamônico (MAP) e o fosfato diamônico (DAP). O fósforo também pode ser fornecido em misturas com outros nutrientes, como Nitrogênio (N) e Potássio (K), conhecidos popularmente como NPK (OLIVEIRA et al., 2021).

O fertilizante mineral fosfatado é amplamente utilizado em solos com deficiência de fósforo (P). O fósforo é um mineral de baixa mobilidade no solo, sendo absorvido de forma lenta pelas plantas. O manejo adequado dos

fertilizantes fosfatados é crucial para qualquer cultura, pois favorece uma melhor absorção de P pelas plantas (OLIVEIRA et al., 2021).

Os FO's têm ganhado destaque na agricultura devido à combinação de características dos fertilizantes minerais e orgânicos. Essa mistura não só melhora a eficiência na liberação de nutrientes, mas também contribui para a sustentabilidade agrícola. Uma das principais vantagens dos FO's é a utilização de resíduos provenientes de outros sistemas produtivos, como resíduos animais e vegetais, o que diminui a dependência de insumos sintéticos e reduz o impacto ambiental (OLIVEIRA et al., 2016).

O FO tem a capacidade de se solubilizar de forma gradual ao longo do desenvolvimento da cultura, favorecendo uma melhor absorção de nutrientes pelas plantas durante todo o seu ciclo (SILVA et al., 2010). Esse fertilizante apresenta baixo potencial químico, quando comparado ao fertilizante mineral, sendo de extrema importância usar quantidades maiores para suprir as necessidades da planta (SILVA et al., 2010).

Segundo estudos realizados por Ferro et al. (2018), o FO proporcionou ao trigo maior altura das plantas e maior número de perfilhos. Isso pode ter ocorrido devido à capacidade do FO de fornecer matéria orgânica, o que resulta em menores perdas de minerais como Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K), favorecendo, assim, uma maior absorção desses nutrientes pelas plantas.

O fertilizante organomineral é capaz de apresentar altos teores de nutrientes em sua formulação, especialmente o biossólido (lodo de esgoto tratado), rico em nutrientes como fósforo (P), nitrogênio (N) e matéria orgânica (MO). Esses componentes melhoram a estrutura do solo, aumentam a retenção de água, a capacidade de troca catiônica e enriquecem a vida biológica do solo (ABREU et al., 2019).

4.2. Trigo (*Triticum aestivum*)

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é uma gramínea da família Poaceae, que se desenvolve de maneira ideal em climas temperados e com baixo teor de umidade. Segundo Mori et al. (2016), a cultura originou-se no sudoeste da Ásia, uma região com temperatura favorável à sua germinação. Além disso, sua domesticação teve início há aproximadamente 10 mil anos (MORI et al., 2016).

As regiões ideais para o cultivo do trigo no Brasil estão localizadas em

áreas com clima frio e úmido (MONTEIRO, 2009). De acordo com Mori et al. (2016), o trigo é uma planta autógama, ou seja, realiza sua própria fecundação. Apresenta raízes fasciculadas, o que favorece a formação de vários afilhos. A planta possui de 6 a 9 folhas e, dependendo das condições climáticas do Brasil, seu ciclo pode variar de 100 a 160 dias, desde a semeadura até o ponto de maturação.

Dados divulgados na 1ª quinzena de março/2024 pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) informam que mundialmente a área plantada de trigo na safra 2023/2024 foi de 222,7 milhões de hectares, área essa que representa um acréscimo de 0,09% comparado com a safra 2022/2023 (CONAB, 2024). Sobre a produtividade mundial, o USDA estima que foram colhidos 786,7 milhões de toneladas, valor esse que representa um decréscimo de 0,34% em relação à safra anterior (CONAB, 2024). Segundo os dados divulgados no 12º levantamento – Safra 2023/24 pela CONAB, a área total plantada pelo Brasil em 2024 representa 3.068.800 hectares, redução de 11,6% em relação ao ano anterior (3.473.400 hectares plantados em 2023).

O trigo é um dos cereais mais produzidos no mundo, sendo os maiores produtores a China (140 milhões de toneladas), União Europeia (139 milhões de toneladas) e a Índia (110 milhões de toneladas), o Brasil se encontra na 14ª posição do ranking, com produtividade entorno de 10,4 milhões de toneladas (CONAB, 2024). No Brasil os estados que apresentam maior área de plantio e respectivamente maior produtividade são o Paraná (1.154.200 hectares e produtividade de 2.666kg/ha) e o Rio Grande do Sul (1.342.000 hectares e produtividade de 3.120 kg/ha) (CONAB, 2024).

O grão de trigo é um dos principais alimentos consumidos pelo ser humano, sendo a principal matéria-prima para a produção de farinha e seus derivados, como pães, bolos e biscoitos (MORI; NASCIMENTO; MIRANDA, 2014). Além de seu uso na alimentação humana, a cultura do trigo também desempenha um papel importante na nutrição animal. O trigo pode ser ofertado aos animais de duas formas principais: como forragem ou na forma de farelo, produzido a partir dos grãos moídos, sendo uma excelente fonte de fibras e nutrientes essenciais para o crescimento e saúde dos animais (FONTANELI et al., 2016).

4.3. Triticale (*Triticosecale wittmack*)

O triticale (*xTriticosecale wittmack*) é uma gramínea da família Poaceae, de ciclo anual e resistente a baixas temperaturas durante parte de seu desenvolvimento. Essa cultura é originada do cruzamento entre o trigo (*Triticum aestivum*) e o centeio (*Secale cereale*) (MORI; NASCIMENTO; MIRANDA, 2014). O triticale apresenta características que garantem sua sobrevivência em solos mais arenosos e pobres em nutrientes. Além disso, possui boa resistência a doenças fúngicas, uma característica herdada do centeio (MORI; NASCIMENTO; MIRANDA, 2014).

Combinando as características do trigo e do centeio, o triticale apresenta grande desenvolvimento e ótima qualidade de panificação, pode ser implementado na fabricação de farinha, possuindo assim uma larga escala de derivados, aspectos provindos do trigo.

Para a alimentação animal, o principal produto utilizado é o grão do triticale, que pode ser triturado para a formulação de rações (MORI; NASCIMENTO; MIRANDA, 2014). A cultura apresenta grande potencial tanto para a produção de forragem quanto para a produção de grãos.

Além disso, a cultura tem ganhado espaço como planta de cobertura, com o principal objetivo de aumentar o teor de matéria orgânica no solo (AYALEW; KUMSSA; BUTLER; MA, 2018).

Segundo Reboita *et al.*, (2015) o norte de Minas Gerais possui duas estações bem definidas, onde o inverno é bastante seco e o verão muito chuvoso em relação às outras estações. O inverno possui uma temperatura média mensal de 19,4° C e precipitação com totais inferiores a 200mm. No verão possui temperaturas elevadas, possuindo uma média mensal de 24,4° C e precipitação em torno de 650 mm. (GUIMARÃES; LANDAU; BARROS. 2009). O Norte de Minas Gerais apresenta um clima favorável ao desenvolvimento do triticale, com condições adequadas para seu crescimento.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Área experimental e delineamento

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal de Minas Gerais, campus regional de Montes Claros - MG (16° 43' 41"

S e 43° 51' 54" W). Região de clima tropical quente, com invernos frios e secos, pluviosidade anual de 1.060 mm e temperatura média anual de 24,2°C.

Imagem 1: Área experimental Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG indicada pelo círculo vermelho



Figura 1: Representação da área onde foi feito o plantio do Trigo e Triticale na Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Fonte: Google.earth

As cultivares utilizadas foram o IPR Panaty, desenvolvida pelo Instituto Agrônomo do Paraná e o Triticale fornecida pela Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IAPAR. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 2x2x2x4, com três repetições. Os tratamentos consistiram em 2 culturas (trigo Panaty e triticale), 2 fertilizantes (organomineral 05-26-00 e mineral – MAP 12-54-00), 4 doses de fertilizantes (0; 52; 104; 156 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e dois anos de avaliação (2020 e 2021). Após o preparo convencional do solo a semeadura e adubação, nos respectivos tratamentos, foram feitos a lanço

utilizando 200 sementes por metro quadrado e posterior incorporação com auxílio de enxada. A adubação de cobertura foi realizada com o fertilizante NPK 20-0-20, na dosagem 300g por parcela (100 kg ha^{-1}), sendo aplicada 30 dias após a semeadura. O plantio e as respectivas adubações foram realizados a lanço dentro das parcelas. Cada parcela possuía dimensões de 5 x 2 m, com espaçamento de 0,50 m entre as parcelas e 1,0 m entre os blocos. O experimento foi conduzido ao longo de dois anos consecutivos, em 2021 e 2022, com o plantio realizado em abril.

5.2. Coleta de dados

Após 90 dias de plantio, foram realizadas as seguintes avaliações: altura das plantas (cm), clorofila total, medida com o atLEAF com avaliação do peso de massa fresca, seca, e da matéria mineral e orgânica. A contagem de perfilho foi realizada em uma área de 1 m² marcada dentro de cada parcela, 30 dias após o plantio.

O corte do trigo e do triticale foi realizado com o auxílio de cutelos, 90 dias após a semeadura, rente ao solo, em quatro pontos aleatórios de cada parcela experimental. Cada ponto correspondia a um quadrado de 0,5 m², resultando em uma área amostral total de 2 m² por parcela.

A biomassa fresca coletada em cada parcela foi pesada em balança digital portátil. Para a determinação da matéria seca, uma subamostra composta por 20 plantas, selecionadas aleatoriamente dentre o material coletado, foi submetida à secagem em estufa com circulação de ar forçada a 65°C até atingir massa constante.

5.3. Análises estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelos testes de Scott-Knott (0,05 de significância). Para a avaliação dos efeitos das doses dos fertilizantes mineral e organomineral, foi utilizado análise de regressão a 5% de significância.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância indicou diferenças significativas entre os anos e entre as espécies ($p < 0,05$) para altura de planta e da massa seca. Em 2022, o

triticale apresentou maior altura e massa seca, o que sugere uma melhor adaptação às condições climáticas do segundo ano. Quanto ao conteúdo de clorofila, não foram observadas diferenças significativas entre as espécies (Tabela 1).

Os dados mostram variações significativas nos anos para a altura das plantas. Em 2022, o triticale apresentou um aumento médio de 96,61% em comparação a 2021, enquanto o Panaty registrou uma redução de 6,84% nessa taxa. Em relação a massa seca, o valor médio de 2022 foi 42,02% superior ao registrado em 2021.

O triticale foi o principal responsável por essa diferença, apresentando o maior aumento, correspondente a 58,53%. Em contrapartida, no que diz respeito ao teor de clorofila, observou-se uma redução média de 10,17% em ambas as espécies. Essa queda no teor de clorofila pode ser atribuída a fatores como condições ambientais, práticas de manejo e deficiências nutricionais (Groff Freitas, V.; L.; et al., 2020).

Conforme apresentado na figura 2, podemos observar temperatura média mensal registrada nos anos de 2021 e 2022. Comparando os dois anos podemos observar que nos meses de maio e junho do ano de 2022 as temperaturas foram mais baixas, fato esse podendo justificar a diferença de resultados ao se comparar os respectivos anos.

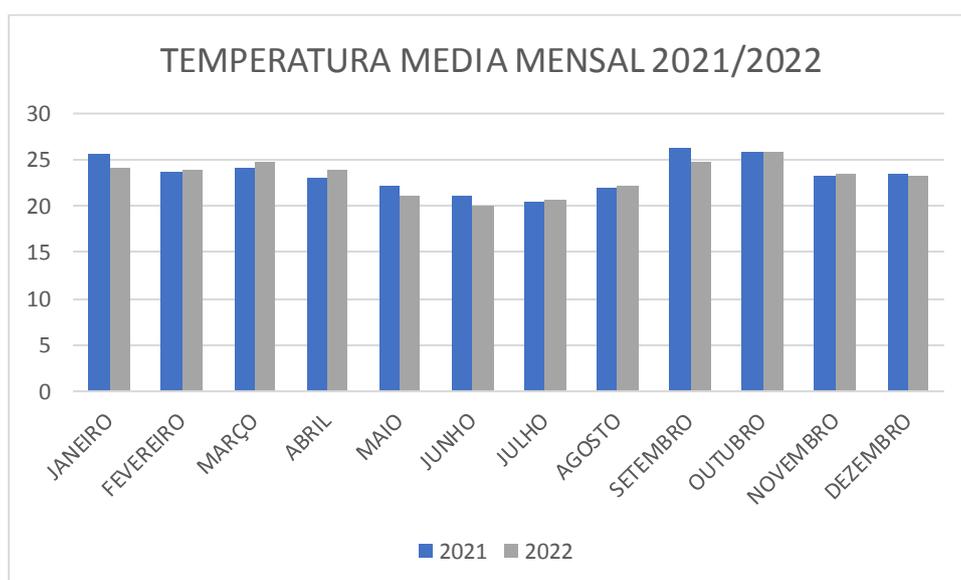


Figura 2: Temperatura média mensal dos anos 2021 e 2022. Fonte: INMET

Tabela 1: Valores médios de Altura de planta (AP), Peso da massa seca (PMS), e Clorofila (CLO) das espécies de trigo e triticale em dois anos agrícolas em resposta a adubação mineral e organomineral.

Espécie	AP		PMS		CLO	
	Anos		Anos		Anos	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022
Panaty	87,68 aA	81,75 bB	4,96 aA	3,69 bB	59,12 aA	54,92 bA
Triticale	57,83 bB	113,70 aA	5,04 bA	7,99 aA	62,09 aA	53,86 bA
Média	85,24		5,42		57,5	
CV %	8,5		24,7		6,22	

Para cada variável, letras minúsculas na linha comparam os anos. Letras maiúsculas na coluna comparam, em cada ano, as espécies. Médias seguidas de mesma letra não se diferem pelo teste de Scott-Knott.

Conforme apresentado na Tabela 2, observou-se variação significativa na altura das plantas submetidas a diferentes doses e tipos de fertilizantes. Nas parcelas das cultivares de trigo e triticale que receberam adubação mineral, a altura variou de 80,83 cm a 88,58 cm, com maior altura das plantas observada nas doses mais elevadas (156 g). No caso da adubação organomineral, o crescimento foi mais acentuado, com alturas variando de 87,04 cm a 98,79 cm.

Esses resultados revelam que a adução organomineral proporcionou um maior desenvolvimento de plantas, fato esse proporcionado devido a interação entre os nutrientes orgânicos e minerais que possuem a capacidade de disponibilizar nutrientes de forma gradual, aliada à melhora das propriedades químicas e biológicas do solo (Benedido et al., 2010). Os dados indicam que doses mais elevadas de fósforo são um fator determinante para o aumento da altura das plantas. As doses de fertilizante mineral e organomineral aumentaram linearmente a altura das plantas, independentemente da espécie (Tabela 2).

Tabela 2: Valores médios de Altura de plantas de Trigo e Triticale em resposta às doses de P₂O₅ dos Fertilizante Mineral e organomineral.

Dose	Fertilizante	
	Mineral	Organomineral
0	81,20	83,5
52	80,83	87,04
104	84,16	86,83

	156	88,58	98,79
Média		83,69 b	89,04 a
CV %			8,5
Mineral		$y = 0,049x + 79,872$	$R^2 = 0,84$
Organomineral		$y = 0,0878x + 82,191$	$R^2 = 0,77$

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott.

Independentemente da espécie e do tipo de fertilizante, a altura aumentou linearmente com as doses de fósforo (Gráfico 1). Da mesma forma, a massa fresca (Gráfico 2) e massa seca (Gráfico 3) das plantas aumentaram linearmente com as doses de fósforo. Esses resultados podem ser explicados devido o fósforo ser um nutriente essencial para o crescimento vegetativo das plantas.

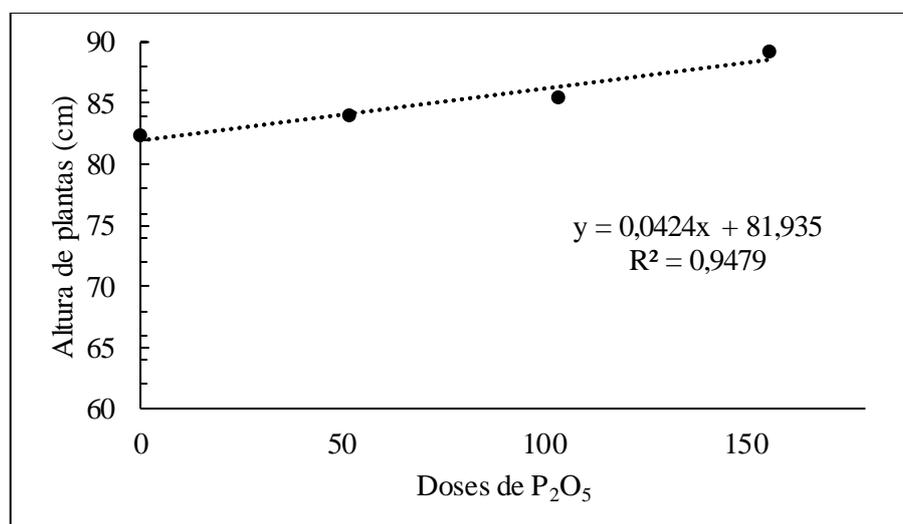


Figura 3: Média de Altura de plantas (AP) de Trigo e Triticale sob doses de 0 kg ha⁻¹, 52 kg ha⁻¹, 104 kg ha⁻¹ e 156kg ha⁻¹ de P₂O₅ dos fertilizantes mineral e organomineral.

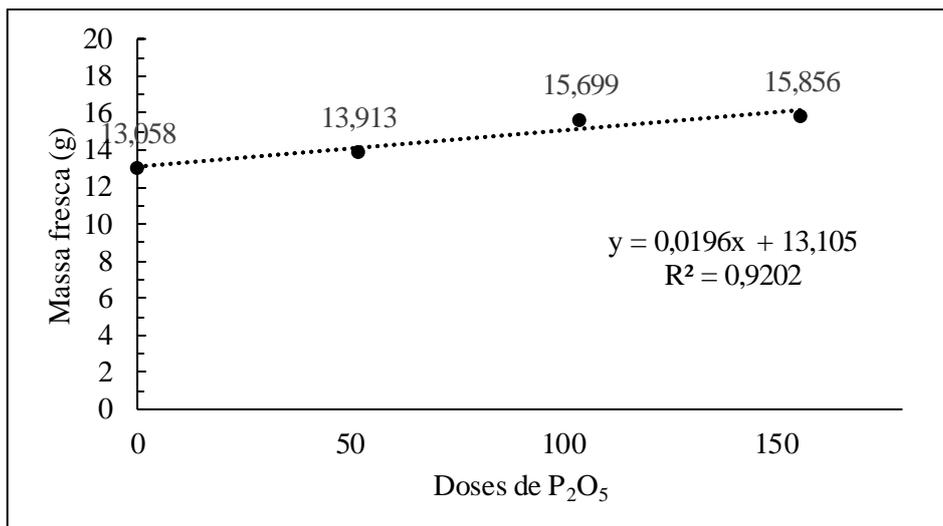


Figura 4: Média da massa fresca (PMF) de Trigo e Triticale sob doses de 0 kg ha⁻¹, 52 kg ha⁻¹, 104 kg ha⁻¹ e 156kg ha⁻¹ de P₂O₅ dos fertilizantes mineral e organomineral.

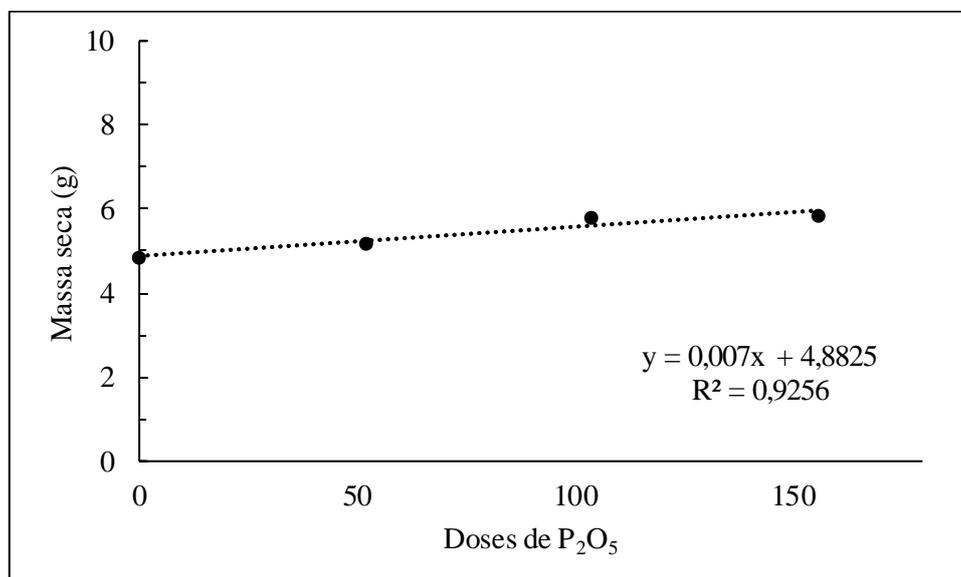


Figura 5: Média da massa seca (PMS) de Trigo e Triticale sob doses de 0 kg ha⁻¹, 52 kg ha⁻¹, 104 kg ha⁻¹ e 156kg ha⁻¹ de P₂O₅ dos fertilizantes mineral e organomineral

Conforme observado na Tabela 3, no ano de 2022 o número de perfilhos foi superior ao ano de 2021, independentemente do tipo de fertilizante, uma vez que, as condições climáticas do segundo ano foram mais favoráveis para o perfilhamento. Comparando-se a relação dos dois fertilizantes, o organomineral promoveu um maior número de perfilhos no ano de 2022.

A explicação para a diferença de perfilhos de um ano para o outro, pode estar relacionada a vários fatores, sendo eles temperatura, umidade, fotoperíodo e manejo, onde a deficiência de algum desses fatores, pode prejudicar a capacidade do trigo em perfilhar (MANFRON, 1993).

Tabela 3: Valores médios de Número de perfilhos de Trigo e Triticale em dois anos agrícolas em resposta às doses de P₂O₅ dos adubações mineral e organomineral.

Adubo	Dose	Anos	
		2021	2022
Mineral	0	157,25	311,66
	52	113,58	354,66
	104	261,75	297,00
	156	210,83	487,66
	Média	185,85bA	362,75aB
Organomineral	0	103,00	293,33
	52	179,41	360,66
	104	124,25	480,33
	156	238,66	512,00
	Média	161,33bA	411,58aA
CV %		44,10	
Mineral	2021	$y = 0,5941x + 139,52$ R ² = 0,38	
Organomineral	2022	$y = 0,9045x + 292,19$ R ² = 0,49	
Mineral	2021	$y = 0,6766x + 108,56$ R ² = 0,56	
Organomineral	2022	$y = 1,4917x + 295,23$ R ² = 0,96	

Letras minúsculas na linha comparam os tratamentos em cada ano. Letras maiúsculas na coluna comparamos fertilizantes. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott.

Conforme demonstrado na Tabela 4, a adubação fosfatada, tanto com Fertilizante Mineral (FM) quanto com Fertilizante Organomineral (FO), resultou em um aumento significativo na matéria mineral, destacando a importância do fósforo na nutrição mineral de trigo e triticale. Por outro lado, a matéria orgânica não apresentou uma tendência definida de aumento ou diminuição em função das doses aplicadas dos respectivos fertilizantes. A matéria mineral constitui a fração inorgânica das plantas, sendo composta principalmente por elementos como Cálcio (Ca), Fósforo (P), Potássio (K) e outros minerais essenciais para o crescimento das plantas. A matéria orgânica, por sua vez, é composta por carboidratos, proteínas e lipídios, estando associada à atividade metabólica da planta.

Tabela 4: Valores médios de Matéria mineral (MM) e Matéria orgânica (MO) de Trigo e Triticale em resposta às doses de P₂O₅ da adubação mineral e organomineral em dois anos agrícolas.

Fertilizante	Dose	Espécie	MM		MO	
			Anos			
			2021	2022	2021	2022
Mineral	0	Panaty	8,82 * aA	6,67 * aA	91,18 *bB	93,08 *aA
	0	Triticale	6,45 bA	6,19 aA	93,5 aA	93,43 aA
	52	Panaty	7,94 aB	6,70 aA	92,05 aA	93,1 aA
	52	Triticale	6,66 aA	7,14 aA	93,23 aA	92,82 aA
	104	Panaty	8,89 *aA	6,55 *aA	91,1 *bA	93,14 *A
	104	Triticale	6,54 bA	7,32 aA	93,45 aA	92,57 aA
	156	Panaty	9,11 *aA	7,01 *aA	90,89 *bA	92,76 *aA
	156	Triticale	6,52 bA	7,41 aA	93,48 aA	92,09 aA
Organomineral	0	Panaty	7,08 aB	7,14 aA	92,92 aA	92,59 aA
	0	Triticale	6,66 aA	6,70 aA	93,33 aA	93,07 aA
	52	Panaty	9,79 *aA	6,79 *aA	90,20 *bB	93,09 *aA
	52	Triticale	6,31 bA	8,36 aA	93,68 *aA	91,56 *a A
	104	Panaty	8,01 aA	6,59 aA	91,99 aA	92,98 aA
	104	Triticale	6,89 aA	7,92 aA	93,1 *aA	91,48 *aA
	156	Panaty	6,76 aB	7,63 aA	93,23 aB	91,95 aA
	156	Triticale	6,87 aA	8,19 aA	93,13 aA	91,58 aA
	Média		7,3		92,55	
	CV %		13,06		1,02	

Médias seguidas de * na linha não diferem entre si, para o tratamento anos, pelo teste de Scott-Knott. Letras minúsculas na coluna, dentro de cada tratamento fertilizante, comparam os tratamentos espécies em cada tratamento dose. Letras maiúsculas na coluna comparam, dentro de cada ano, as doses do tratamento mineral com as doses do tratamento organomineral. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott.

De forma geral o uso dos fertilizantes minerais ou organominerais apresentam impactos diferente no desempenho das culturas implementadas, principalmente no contexto do Norte de Minas Gerais, onde fatores como condições de solo e clima desempenham manejos específicos. Fertilizante minerais destacam-se por fornecer nutrientes em formas prontamente disponíveis para a absorção das plantas, o que favorece culturas de ciclo curto. Os fertilizantes organominerais apresentam vantagens, como melhorar a fertilidade do solo a longo prazo, promover aumento da matéria orgânica e melhorar a estrutura do solo, também possui a capacidade de liberar de forma gradual os nutrientes, diminuindo a perda por lixiviação e suprimindo as deficiências nutricionais das plantas por mais tempo.

Em relação as duas culturas implementas, o triticale por ser mais cultura mais rustica e possuir resistência a estresse hídrico, o uso do organomineral apresenta resultados melhor, devido a sua capacidade de liberar de forma gradual os nutrientes. O trigo por ser uma cultura bem exigente em termos de fertilidade do solo, deveria fazer a combinação dos fertilizantes minerais e organominerais.

Vale ressaltar a importância do trigo e triticale em ser usada em diversos aspectos, como por exemplo, alternativa como forrageira, colher os grãos e produção de farinha, rotação de cultura e cobertura morta.

7. CONCLUSÃO

O ano de 2022 proporcionou clima mais favorável para o desenvolvimento das plantas. Tanto o fertilizante mineral quanto o organomineral aumentaram linearmente o crescimento das plantas com o aumento das doses, sendo o maior crescimento obtido com a utilização de fertilizante organomineral.

Conforme apresentado, os resultados indicam que doses crescentes de fosforo aumentaram linearmente a altura, massa seca e fresca das plantas, independente da espécie ou fertilizante, mostrando a importância do fósforo (P) para o desenvolvimento vegetativo. As condições climáticas mais amenas no ano de 2022 proporcionou maior perfilhamento e desenvolvimento geral das culturas, principalmente com o uso do fertilizante organomineral.

8. BIBLIOGRAFIA

ABREU, A. H. M. D., ALONSO, J. M., MELO, L. A. D., LELES, P. S. D. S., & SANTOS, G. R. D. (2019). **Caracterização de bio sólido e potencial de uso na produção de mudas de Schinus terebinthifolia Raddi. Engenharia Sanitária e Ambiental**, 24(03), 591-599. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/esa/a/xgcZTGPw3CWzP9RzzWyHyhP/>>. Acesso em 01 de jan. 2025.

ATAÍDE, A. **Tudo sobre fertilizantes fosfatados**. Disponível em: <<https://nutricaodesafras.com.br/tudo-sobre-fertilizantes-fosfatados>>. Acesso em 01 de jan. 2025.

AYALEW, H., KUMSSA, T. T., BUTLER, T. J., & MA, X. (2018). **Triticale Improvement for Forage and Cover Crop Uses in the Southern Great Plains of the United States**. *Frontiers In Plant Science*, [S.L.], v. 9. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2018.01130>>. Acesso em 7 jun. 2022.

BENEDITO, D. D. S., PROCHNOW, L. I., & SILVEROL, A. C. (2010). **Eficiência agrônômica de compostos organominerais obtidos pelo Processo Humifert**. *Bragantia*, 69, 191-199. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/brag/a/fpJ5t4jrSnzSf7fSgd3DgYn/>>. Acesso em 17 de dez. 2024.

BRASIL. Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004 (com alterações do Decreto nº 8.384/2014). Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2004/decreto-4954-14-janeiro-2004-497758-norma-pe.html>>. Acesso em 3 de julho de 2022.

CALDEIRA, POR CINDERELA; SERRANO, LUIZ ROBERTO. **O Brasil tem capacidade de ser autossuficiente na produção de fertilizantes?** Especialistas comentam que a questão tem sido tratada de forma inadequada nas últimas décadas no Brasil. *Jornal da USP*, p. 1-3, 11 mar. 2022. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/atualidades/o-brasil-tem-capacidade-de-ser-autossuficiente-na-producao-de-fertilizantes/#:~:text=Em%20uma%20de%20suas%20edi%C3%A7%C3%B5es,%20Da%C3%A7%C3%BAcar%20%E2%80%93%20consumiram%2073%25>>. Acesso em: 15 jun. 2022.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Análise mensal - Trigo**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-trigo/item/download/53058_f5df7527d74b221dc5c67eb6070a1094>. Acesso em 09 de jan. 2025

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **BOLETIM DA SAFRA DE GRÃOS – 12º levantamento – safra 2023/2024**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 13 set. 2025.

CORDEIRO, R. A. M.; SENA, W. de L.; SILVA, A. L. P. da; MEIRELES, R. de O.; PIRES, E. da S.; SOUZA, F. C. A. de; CANTUÁRIA, P. de C.; SILVA, B. M. da S. e. **Contribuição da matéria orgânica do solo em sistema ILPF: integração lavoura pecuária e floresta**. CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES, [S. l.], v. 17, n. 5, p. e6538, 2024. DOI: 10.55905/revconv.17n.5-121. Disponível em: <<https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/6538>>. Acesso em: 18 dez. 2024.

CRUZ, A. C., PEREIRA, F. D. S., & FIGUEIREDO, V. S. D. (2017). **Fertilizantes organominerais de resíduos do agronegócio: avaliação do potencial econômico brasileiro**. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/11814>>. Acesso em 24 junho. 2022.DA

DE LIMA, G. J., VIOLA, E. S., KRATZ, L. R., & BERMUDEZ, V. L. (2002). **Triticale na alimentação animal**. Embrapa Suínos e Aves-Circular Técnica (INFOTECA-E). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/124179/1/CIT-28.pdf>>. Acesso em 16 de dez. 2024.

DE RESENDE, A. V., FURTINI NETO, A. E., DE RESENDE, Á. V., & NETO, C. A. E. F. (2007). **Aspectos relacionados ao manejo da adubação fosfatada em solos do Cerrado**. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/572251/1/doc195.pdf?utm_source=chatgpt.com>. Acesso em 1 de jan. 2025.

FERRO, A. E. M. M., BORSOI, A., de Souza, L. C., & ROSSET, J. S. (2018). **Atributos agronômicos da cultura do trigo sob diferentes fontes de adubação**. *Acta Iguazu*, 7(3), 50-59. Disponível

em: <<https://saber.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/18129>>. Acesso em 23 de junho de 2022.

FONTANELI, R.S., SANTO, G.P.D, CAIERÃO, E., DE CASTRO., MORI, C.D. **O produtor pergunta, a Embrapa responde - Trigo**. Brasília, DF: [s. n.], 2016. 309 (215 a 228) p. ISBN 978-85-7035-549-2. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1040211>>. Acesso em: 09 jan. 2025.

Freitas Groff, V. L., Garcia, C., Freitas Groff, D. G., Avila, F. W., & Alvarenga Santos, L. (2020). **Influência do teor de nitrogênio no efeito verde causado por piraclostrobina em plantas de trigo**. Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science/Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias, 13(1). Disponível em: <<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=sit e&authtype=crawler&jrnl=19836325&AN=149397202&h=2ted3f5%2BkylBQeH14y80b99I9SuGWspGhraGpepaDxlzkKWqG%2B3asQvddz8%2FNlmlKuXMfTxr gBUEefQQtFdCEg%3D%3D&crl=c.>>>. Acesso em 15 de dez. 2024.

GRANT, C. A.; PLATEN, D. N.; TOMAZIEWICZ, D. J.; SHEPPARD, S. C. **A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta**. Informações Agronômicas, 95, 2001. Disponível em: < <http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/B70BBB24C44D200283257AA30063CAA6/%24FILE/Jornal%2095.pdf>>. Acesso em 07 de julho de 2022.

GUIMARÃES, DANIEL PEREIRA, ELENA CHARLOTTE LANDAU, AND CARINA ASSIS BARROS. "**Áreas homogêneas de precipitação no estado de Minas Gerais**." Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CLIMATOLOGIA, 3., 2009, Canela, RS. Mudanças de clima e extremos e avaliação de riscos futuros, planejamento e desenvolvimento sustentável. Canela: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2009. Disponível em < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/58114/1/Areas-homogeneas.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2022

MANFRON, PAULO AUGUSTO; LAZZAROTTO, CLÁUDIO; MEDEIROS, SANDRO LUIS PETTER. **TRIGO-Aspectos agrometeorológicos**. Ciência Rural, v. 23, p. 233-239, 1993. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/jL4gmHG6ZskxRTjRkX4VjM/?lang=pt>>. Acesso em 27 dez. 2024.

MONTEIRO, JOSÉ EDUARDO BA (Ed.). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Instituto Nacional de Meteorologia-INMET, 2009. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/uploads/publicacoesDigitais/agrometeorologia_dos_cultivos.pdf>. Acesso em: 01 de jan. 2025

MORI, C D; ANTUNES, J M; FAÉ, G S; ACOSTA, A da S. **O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: [s. n.], 2016. 309 p. ISBN 978-85-7035-549-2. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1040211>>. Acesso em: 15 jun. 2022.

MORI, C. D.; NASCIMENTO A,J; MIRANDA, M. Z. de. **Aspectos econômicos e conjunturais da cultura de triticale no mundo e no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2014. 23 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos online, 150). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/997374>>. Acessado em 02 de jun. 2022.

OLIVEIRA, ARLENE MARIA GOMES *et al.* **Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, citros, mamão, mandioca, manga e maracujá**. BORGES, Ana Lúcia *et al.*, (ed.). 2ª edição. ed. Brasília, DF: [s. n.], 2021. 306 p. ISBN 978-65-87380-38-4. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1134518/recomendacoes-de-calagem-e-adubacao-para-abacaxi-acerola-banana-citros-mamao-mandioca-manga-e-maracuja>. Acesso em: 24 jun. 2022.

OLIVEIRA, E. C.; SOUZA, J. R. P.; SEIFERT, A. L.; ALMEIDA, L. H. C.; DIAS, F. M. V. **Fertilizante organomineral no desempenho agrônômico e produtividade do feijão aplicado no sulco de plantio**. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, CONTECC'2016, Rafain Palace Hotel & Convention Center-Foz do Iguaçu -PR 29 de agosto a 1 de setembro de 2016. Disponível em <<https://www.confea.org.br/sites/default/files/uploads-imce/contecc2016/agronomia/fertilizante%20organomineral%20no%20desempenho%20agron%C3%B4mico%20e%20produtividade%20do%20feij%C3%A3o%20aplicado%20no%20sulco%20de%20plantio.pdf>>. Acesso em 22 jun. 2022.

OLIVEIRA, M. P.; MALAGOLLI, G. A.; CELLA, D. **MERCADO DE FERTILIZANTES: dependência de importações do Brasil**. Revista Interface Tecnológica, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 489–498, 2019. Disponível em: <<https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/606>>. Acesso em: 18 dez. 2024.

PEDROSA, M. V. B., LIMA, W. L. D., AMARAL, A. A. D., & CARVALHO, A. H. D. O. (2017). Biossólido de lodo de esgoto na agricultura: desafios e perspectivas. *Revista Agrogeoambiental, Pouso Alegre–MG*, 9(4), 125-142. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/56627177/10-Biossolido_de_lodo_de_esgoto_na_agricultura-desafios....pdf>. Acesso em: 01 de jan. 2025

REBOITA, MICHELLE SIMÕES; RODRIGUES, MARCELO; SILVA, LUIZ FELIPE; ALVES, MARIA AMÉLIA. **Aspectos climáticos do estado de Minas Gerais**. *Revista brasileira de climatologia*, [S. l.], p. 206-226, 1 dez. 2015. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/41493/27319>>. Acesso em: 08 jun. 2022.

ROS, C. O.; SALET, R. L.; PORN, R. L.; MACHADO, J. N. C. **Disponibilidade de nitrogênio e produtividade de milho e trigo com diferentes métodos de adubação nitrogenada no sistema de plantio direto**. *Ciência Rural*, v. 33, n. 5, p. 799-804, 2003. Disponível em: <

<https://www.scielo.br/j/cr/a/yR84Fs6xNkFBGtGMdwMYjvr/abstract/?lang=pt>.

Acesso em 7 jun. 2022.