

Resposta de genótipos de trigo às diferenças de ambientes de clima tropical e temperado em Minas Gerais



OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

2 FOME ZERO
E AGRICULTURA
SUSTENTÁVEL



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Trigo
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
104**

Resposta de genótipos de trigo às
diferenças de ambientes de clima tropical
e temperado em Minas Gerais

*Joaquim Soares Sobrinho
Vanoli Fronza
Jorge Henrique Chagas
Julio Cesar Albrecht
Pedro Luiz Scheeren
Ricardo Lima de Castro*

Embrapa Trigo
Rodovia BR 285, km 294
Caixa Postal 3081
99050-970 Passo Fundo, RS
Telefone: (54) 3316-5800
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações da Embrapa Trigo

Presidente
Mercedes Concórdia Carrão-Panizzi

Vice-presidente
Ana Lídia Variani Bonato

Secretária
Marialba Osorski dos Santos

Membros
Elene Yamazaki Lau, Fabiano Daniel De Bona, João Leodato Nunes Maciel, Luiz Eichelberger, Maria Imaculada Pontes Moreira Lima, Martha Zavariz de Miranda, Sirio Wiethölter

Normalização bibliográfica
Graciela O. Oliveira (CRB 10/1434)

Tratamento das ilustrações
Márcia Barrocas Moreira Pimentel

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Márcia Barrocas Moreira Pimentel

Fotos da capa
Primeira foto: Paulo Brambila
Segunda foto: Vanoli Fronza

1ª edição
Publicação digital (2022): PDF

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Trigo

Resposta de genótipos de trigo às diferenças de ambientes de clima tropical e temperado em Minas Gerais / Joaquim Soares Sobrinho... [et al.]. — Passo Fundo : Embrapa Trigo, 2022. PDF (32 p.) : il. color.— (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Trigo, ISSN 1677-8901 ; 104)

1. Trigo. 2. Variedade. 3. Clima tropical. 4. Região temperada. 5. Grão. 6. Rendimento. I. Soares Sobrinho, Joaquim. II. Fronza, Vanoli. III. Chagas, Jorge Henrique. IV. Albrecht, Julio Cesar. V. Scheeren, Pedro Luiz. VI. Castro, Ricardo Lima de. VII. Embrapa Trigo. VII. Série.

CDD 633.11

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução.....	7
Material e Métodos	12
Resultados e Discussão	14
Conclusões.....	30
Referências	31

Resposta de genótipos de trigo às diferenças de ambientes de clima tropical e temperado em Minas Gerais

*Joaquim Soares Sobrinho*¹

*Vanoli Fronza*²

*Jorge Henrique Chagas*³

*Julio Cesar Albrecht*⁴

*Pedro Luiz Scheeren*⁵

*Ricardo Lima de Castro*⁶

Resumo

A fronteira para expansão da cultura do trigo representada pelo Brasil Central concentra sua maior área em regiões de clima tropical. No entanto, parte desta área, localizada principalmente no estado de Minas Gerais, é caracterizada pela ocorrência de clima temperado. Em dois locais (Coromandel e Uberaba), de clima tropical, e dois (Madre de Deus de Minas e São Gonçalo do Sapucaí) de clima temperado, foi avaliado o comportamento de 35 genótipos de trigo. As temperaturas mais baixas do clima temperado foram capazes de mitigar os efeitos da brusone e do déficit hídrico, pela menor incidência da doença e pela redução na evapotranspiração, respectivamente, proporcionando rendimento de grãos significativamente maior que nos locais de clima tropical. Assim, a Região Homogênea de Adaptação de Cultivares de Trigo 4 (quente e seca - Cerrado), que abrange parte dos estados de SP, MS, MT e BA e os estados de MG e GO e o DF, deveria ser subdividida em pelo menos duas regiões, separando as regiões Campo das Vertentes, Zona

¹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia/Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Trigo, Uberaba, MG.

² Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Trigo, Uberaba, MG.

³ Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia/Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Trigo, Planaltina, DF.

⁴ Engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

⁵ Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências/Genética Vegetal, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

⁶ Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

da Mata e Sul/Sudoeste de Minas Gerais e Sudeste de São Paulo, onde predominam o clima temperado e o Bioma Mata Atlântica.

Termos para indexação: cultivares, região homogênea de adaptação, rendimento de grãos, brusone, ciclo.

Response of wheat genotypes to the tropical and temperate climate environment differences in the Minas Gerais State

Abstract

The frontier for expansion of the wheat crop represented by Central Brazil concentrates its largest area in regions with tropical climate. However, part of this area, located mainly in the State of Minas Gerais, is characterized by the occurrence of temperate climate. In two (Coromandel and Uberaba) tropical and two (Madre de Deus de Minas and São Gonçalo do Sapucaí) temperate places, the performance of 35 wheat genotypes was tested. The lower temperatures of the temperate climate were able to mitigate the effects of wheat blast and water deficit, due to the lower incidence of the disease and the reduction in evapotranspiration, respectively, providing significantly higher grain yield than in tropical climate locations. Thus, the Homogeneous Region of Adaptation of Wheat Cultivars 4 (hot and dry - Cerrado), which covers part of the states of São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, and Bahia, and the states of Minas Gerais and Goiás, and the Federal District, should be subdivided into at least two regions, separating the regions Campo das Vertentes, Zona da Mata, and the South/Southwest of Minas Gerais and Southeast of São Paulo, where the temperate climate and the Atlantic Forest Biome predominate.

Index terms: cultivars, homogeneous region of adaptation, grain yield, wheat blast, cycle.

Introdução

O trigo, como a espécie mais cultivada no mundo, devido a sua diversidade genética, adapta-se às mais diversas regiões do Brasil e do mundo. Muitos são os problemas climáticos enfrentados pela cultura no Brasil, pois seu cultivo estende-se por uma região que contempla zonas temperadas, subtropicais e tropicais, deparando-se com adversidades como excesso de umidade, seca, granizo, geada e calor, além de outros agentes, tão ou mais nocivos, como diferentes patógenos causadores de doenças.

Segundo Cargnin et al. (2006), por muitos anos, a cultura do trigo localizou-se predominantemente na zona de clima temperado, estendendo-se do Rio Grande do Sul até o sul do Paraná, pois muitos pesquisadores julgavam essa região a mais adequada para a produção comercial desse cereal, mas, desde a década de 1970, a cultura do trigo tem se expandido para o Centro-Oeste brasileiro, sendo cultivada em solos cobertos com vegetação de cerrado, onde mostrou-se bastante promissora. Atualmente, a região detém o recorde brasileiro de produtividade de trigo, sendo obtidos 9.630 kg ha⁻¹ em lavoura irrigada instalada em Cristalina, GO, com a cultivar BRS 264, na propriedade do Sr. Paulo Bonato, na safra 2021.

A região do Brasil Central desponta como nova fronteira para produção de trigo, com alto potencial de produção, de produtividade e de alta qualidade tecnológica. De acordo com Albrecht et al. (2007), a área propícia ao cultivo de trigo no Cerrado é estimada em 4 milhões de hectares, sendo 1,5 milhão disponível para o cultivo irrigado e 2,5 milhões para cultivo de sequeiro. Pasinato (2017), utilizando vários critérios de restrição e níveis de risco, estimou uma área potencial, para cultivo do trigo de sequeiro no bioma Cerrado, variando entre 1,3 e 3,0 milhões de hectares. Esta área é localizada nos estados de Minas Gerais, Goiás, Bahia, Mato Grosso, parte do Mato Grosso do Sul e de São Paulo e no Distrito Federal, onde o trigo pode ser cultivado com irrigação, no outono-inverno (estação seca) ou, sem irrigação, em cultivo de sequeiro, no final da estação das águas, em sucessão à safra de verão, no período da “safrinha” ou segunda safra.

Esta vasta região do Brasil Central, de clima predominantemente tropical, caracteriza-se pela ocorrência de períodos chuvosos e secos bem definidos. Nela está compreendida a Região Homogênea de Adaptação de Cultivares

de Trigo (RHACT) 4, quente e seca - Cerrado (Cunha et al., 2006), utilizada para a avaliação de linhagens e cultivares de trigo em ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU), para fins de registro de novas cultivares de trigo no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e para definição da sua região de plantio seguindo o Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC). No entanto, parte desta região, localizada principalmente no estado de Minas Gerais, como Campo das Vertentes, Sul e Oeste de Minas Gerais e Zona da Mata, apresenta clima temperado (Sá Júnior, 2009) e fica no bioma da Mata Atlântica, caracterizado, principalmente, pela ocorrência de temperaturas mais baixas. No zoneamento climático do estado de Minas Gerais estabelecido por Sá Júnior (2009), utilizando a classificação de Köpen, a classe climática de maior representatividade encontrada no estado foi a Aw (clima tropical úmido de savana), com cerca de 67% da sua área total, seguida das classes Cwa e Cwb (clima temperado úmido com inverno seco), respectivamente com 21% e 11% da área total do Estado. Ainda segundo o autor, a região do Campo das Vertentes apresentou 99,99% de sua área com as classes climáticas Cwa e Cwb, o Oeste com 94,68%, o Sul e Sudoeste com 99,43% e a Zona da Mata com 66,27%; já as regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba apresentaram 77,67% de sua área com a classe climática Aw e apenas 22,33% com as classes Cwa e Cwb.

Dentre os principais fatores limitantes da adoção do trigo entre os cultivos de segunda safra na vasta região do Brasil Central, destacam-se a brusone (*Pyricularia oryzae*) e a seca, exatamente nesta ordem. Os efeitos destes fatores podem ser minimizados ou até eliminados por meio da resistência existente no acervo genético da espécie e de tecnologias que permitam a melhor exploração do ambiente. Sobre este assunto, Coelho et al. (2019) argumentam que a escolha da época de semeadura deve procurar adequar os eventos climáticos às fases da cultura do trigo, mencionando que a fase de perfilhamento é favorecida por temperaturas mais amenas, próximas de 20 °C, ressaltando que ele tolera geada na fase vegetativa, mas não na fase que vai da floração até a maturação fisiológica dos grãos. Os autores mencionam ainda que o desenvolvimento da parte aérea pode ser favorecido por temperaturas até 25 °C, enquanto temperaturas entre 18 °C e 24 °C favorecem a fertilização, ao passo que temperaturas elevadas e umidade relativa abaixo de 40% provocam a inviabilidade dos grãos de pólen. Eles também mencionam que o trigo pode ser semeado em Minas Gerais, sob irrigação, entre 10 de abril e 31

de maio, em áreas a partir de 400 m de altitude e, em sequeiro, em regiões com altitudes superiores a 800 m, onde as temperaturas são mais amenas, entre 1º de março e 20 de abril, condições capazes de atender às necessidades de água para a cultura. Entretanto, temperaturas mais elevadas e a ocorrência de chuvas no espigamento podem propiciar condições favoráveis para alta incidência e severidade de brusone nas semeaduras realizadas na primeira quinzena de março. Outro aspecto importante a considerar na definição da época de semeadura, é a ocorrência de geadas em algumas regiões, devendo-se evitar a coincidência do florescimento nos meses de junho e julho.

Em trabalhos realizados em Patos de Minas, Coelho (2015) verificou que a incidência de brusone é extremamente alta na semeadura realizada nos meses de fevereiro e março, mas sofre variações de acordo com as alterações nas temperaturas entre fevereiro e agosto. Segundo o autor, a incidência da doença nas espigas cai para valores inferiores a 10% quando as temperaturas médias mínimas mensais ficam abaixo de 14 °C, as quais, na maioria das regiões brasileiras de clima tropical propícias ao cultivo do trigo, são observadas nos meses de maio, junho e julho, indicando que a semeadura deve ser planejada para que o espigamento do trigo ocorra nos meses mais frios. Como estratégia de convivência com a brusone, Coelho (2015) também destaca o conhecimento do ciclo das cultivares em cada área de cultivo, lembrando que o mesmo pode sofrer alterações conforme as condições de ambiente do local, destacando que temperaturas elevadas e déficit hídrico são os principais fatores que causam encurtamento do ciclo, ao passo que, em regiões de maiores altitudes, normalmente mais frias e com maiores índices pluviométricos, os ciclos das cultivares tendem a aumentar. Este efeito das condições locais do ambiente sobre o ciclo das plantas pode ser utilizado na escolha da época de semeadura, de forma que o espigamento sob temperaturas mais amenas atue como condição desfavorável à esporulação e ao desenvolvimento do fungo causador da brusone na espiga. Além disso, o molhamento prolongado das espigas, causado pela ocorrência de chuvas e/ou de orvalho, também favorece a incidência da doença. Em resumo, com o planejamento da data de semeadura de acordo com as informações técnicas relativas ao ciclo das cultivares e das condições de ambiente, é possível reduzir ou até mesmo evitar a incidência de brusone.

O uso de parte ou do conjunto de tecnologias do sistema de plantio direto, nos últimos 20 anos, no Cerrado, tem contribuído de maneira de-

cisiva para redução dos efeitos da seca sobre a semeadura de segunda safra. O déficit hídrico, segundo Giroto et al. (2012), continua ocupando protagonismo entre os vários fatores limitantes da produção vegetal, pois, além de afetar as relações hídricas nas plantas, alterando o metabolismo, este fenômeno ocorre em grandes extensões de áreas cultiváveis. Para Nogueira et al. (2001), estresses abióticos, como a seca, além de reduzirem significativamente o rendimento das lavouras, restringem as latitudes e os solos onde as espécies comercialmente importantes poderiam ser cultivadas. Por esta razão, a tolerância à seca assume grande importância nos programas de melhoramento de plantas para as regiões sujeitas ao déficit hídrico.

Para Souza e Ramalho (2001), no entanto, o principal fator limitante da cultura do trigo na Região do Brasil Central são as temperaturas elevadas durante todo o ciclo das plantas, pois elas afetam várias características, com consequente redução na produtividade. Para Souza (1999), esta redução na produtividade foi em torno de 50% quando compararam-se os cultivos de verão e inverno, ambos com irrigação, nos municípios de Patos de Minas e Lavras, MG.

De acordo com McMaster (1997), para cada fase de desenvolvimento da planta de trigo existe uma faixa de temperatura ótima. A senescência, caracterizada pela clorose das folhas e maturidade precoce do grão, segundo Yang et al. (2002), é a primeira resposta das plantas de trigo às altas temperaturas, o que ocasiona forte redução no rendimento de grãos e de seus componentes. Essas observações concordam com resultados de pesquisa obtidos por Khanna-Chopra e Chinnusamy (1999), que relatam que a redução do rendimento de grãos de trigo, cultivado sob estresse térmico, pode ser causada pela acelerada fase de desenvolvimento, acelerada senescência, aumento na taxa respiratória, redução na fotossíntese e consequente inibição da síntese do amido, durante o desenvolvimento do grão.

O grande desafio do cultivo do trigo na região do Brasil Central é a busca por cultivares cada vez mais tolerantes a fatores abióticos, como seca e temperaturas elevadas e, principalmente, resistentes à brusone. Assim, as tecnologias de preservação do solo e da água, aliadas àquelas que visem à redução de riscos na condução das lavouras, podem alavancar a expansão da cultura do trigo como alternativa de segunda safra. Neste sentido, a me-

lhor regionalização das cultivares seria uma das formas de reduzir os riscos ou de maximizar os rendimentos, para os produtores e, então, as regiões homogêneas para a realização de ensaios de VCU (Valor de Cultivo e Uso) passam a ter grande importância.

A Embrapa Trigo, por meio do seu Núcleo Avançado de Trigo Tropical (Uberaba, MG), conduz uma rede de ensaios de VCU no cultivo de sequeiro, em diferentes regiões do estado de Minas Gerais. Para demonstrar as grandes diferenças de resposta das plantas de trigo entre os ambientes de clima tropical e temperado de Minas Gerais, no presente trabalho serão apresentados e discutidos os resultados obtidos com diferentes genótipos de trigo nas regiões do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba (clima tropical) e regiões do Campo das Vertentes e Sul/Sudoeste de Minas (clima temperado), no ensaio de VCU do ano de 2019. Assim, este trabalho também tem por objetivo apresentar argumentos técnicos para incentivar a subdivisão, em duas regiões, da Região Homogênea de Adaptação de Cultivares de Trigo (RHACT) 4, a qual abrange parte dos estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Bahia e os estados de Minas Gerais e Goiás e o Distrito Federal (Figura 1). Os resultados desse trabalho estarão em conformidade com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 2 (ODS), no que se refere à promoção de agricultura sustentável garantindo a produção de alimentos e práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade, e manutenção dos ecossistemas.

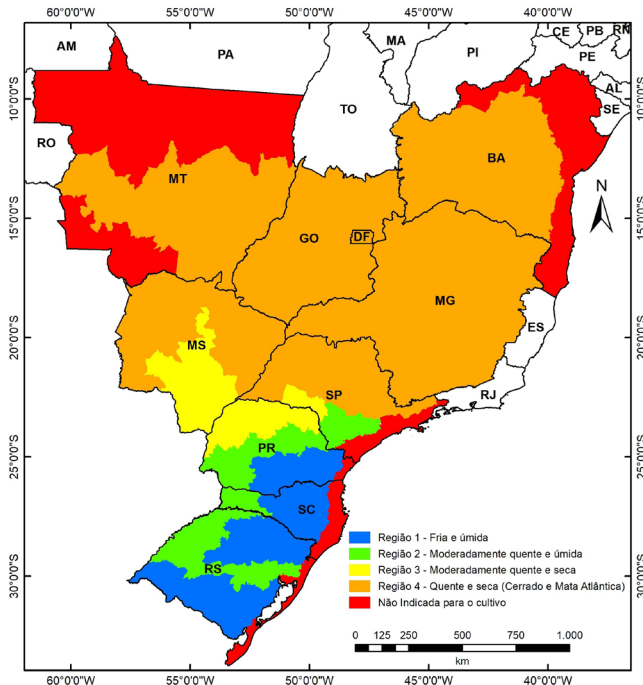


Figura 1. Regiões homogêneas de adaptação de cultivares de trigo (RHACT) utilizadas atualmente no Brasil.

Fonte: Cunha et al. (2006).

Material e Métodos

O presente trabalho utiliza como base cinco ensaios conduzidos a campo no ano de 2019. Cada ensaio foi conduzido com 35 genótipos de trigo componentes do ensaio de VCU em cultivo de sequeiro, da Embrapa Trigo. Tais genótipos foram avaliados em dois locais da mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, nos municípios de Uberaba, a 1.000 m de altitude, e Coromandel, a 1.130 m de altitude, denominados como ambientes de clima tropical. Na mesorregião Campo das Vertentes, o ensaio foi conduzido em Madre de Deus de Minas e, no Sul/Sudoeste de Minas, em São Gonçalo do Sapucaí, os quais foram denominados como ambientes de clima temperado. Todos os municípios pertencem à RHACT 4 (quente e seca - Cerrado) (Cunha et al., 2006), indicada na Figura 1. Para melhor caracterização dos locais dos ensaios, em termos de precipitação pluviométrica e temperaturas do ar (mínima e máxima), foram

utilizadas as normais climatológicas do período de 1961 a 1990, disponíveis no portal do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET¹ para os municípios onde foram instalados os ensaios, ou do município com a estação meteorológica mais próxima. Por falta de dados dos locais onde foram conduzidos os ensaios de Coromandel, de Madre de Deus de Minas e de São Gonçalo do Sapucaí, foram utilizados dados dos municípios vizinhos Patos de Minas, São João del Rei e Cambuquira, respectivamente.

Os solos de todos os locais são latossolo vermelho-amarelo, com teor de argila variando de 30% a 55%. A adubação consistiu de 40 kg ha⁻¹ a 60 kg ha⁻¹ de K₂O, 60 kg ha⁻¹ a 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 60 kg ha⁻¹ a 90 kg ha⁻¹ de nitrogênio, dependendo do local, colocando-se cerca de 1/3 do N na sementeira e o restante em cobertura, em torno de 15 dias após a emergência.

Os genótipos foram semeados em parcelas de cinco linhas de 5,0 m de comprimento, em blocos casualizados com quatro repetições. As sementeiras foram efetuadas em 12 de março e 3 de abril em Uberaba, em 21 de março em Coromandel e em 27 de março e 29 de março em Madre de Deus de Minas e São Gonçalo do Sapucaí, respectivamente. Utilizou-se a densidade de sementeira de 300 sementes aptas/m².

Na primeira época de Uberaba foram realizadas duas aplicações do fungicida tebuconazol (0,8 L ha⁻¹) nos dias 26 de abril e 6 de maio, com cerca de 130 L ha⁻¹ de calda, visando ao controle de brusone nas espigas. Em função das condições climáticas, pelo cessamento das chuvas após o espigamento, não se fez aplicação de fungicidas na segunda época de sementeira. Em Coromandel, no início do espigamento, foram aplicados 0,75 L ha⁻¹ de tebuconazol, mais duas aplicações de 0,75 L ha⁻¹ de piraclostrobina+epoxiconazol, todas com intervalo de dez dias. Em Madre de Deus de Minas foram aplicados 0,75 L ha⁻¹ de tebuconazol, duas aplicações de 2,0 kg ha⁻¹ de mancozeb, mais uma aplicação de 0,75 L ha⁻¹ de piraclostrobina+epoxiconazol. Em São Gonçalo do Sapucaí foram efetuadas duas aplicações de 0,75 L ha⁻¹ de tebuconazol e uma de 0,5 L ha⁻¹ de propiconazol.

O controle de plantas daninhas e de insetos foi realizado quando necessário, segundo as informações técnicas para a cultura do trigo no Brasil Central (Reunião..., 2018).

Os genótipos foram avaliados por meio do rendimento de grãos, dos pesos do hectolitro e de mil grãos, da incidência de brusone e do ciclo da emergência ao espigamento e à maturação. A incidência de brusone foi avaliada entre os estádios 7.7 e 8.7 da escala de Zadoks et al. (1974), em todos os locais, pela quantidade (em porcentagem) de espigas com sintomas da doença em 1,0 m da linha central da parcela.

As análises de variância e os testes de médias foram realizados no programa Sisvar (Ferreira, 2011).

Resultados e Discussão

Minas Gerais é um dos maiores Estados do Brasil e fica localizado em uma faixa de transição climática entre as regiões Sudeste, Nordeste e Centro-Oeste do País. Esta condição confere uma ampla diversidade climática às diferentes regiões do Estado, contrastando com a homogeneidade edafoclimática preconizada na RHACT 4. Não só o trabalho de Sá Júnior (2009), que é o estudo mais completo e detalhado sobre o tema, descreve essa diversidade, mas, também, as médias normais de temperatura e precipitação pluviométrica de certos municípios, feitas com resultados médios de 30 anos e disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

De maneira geral, observou-se que o regime de chuvas não tem grande variação entre os locais de clima tropical e temperado avaliados (Figura 2). Por outro lado, as temperaturas mínimas são bastante contrastantes, principalmente entre os meses de junho e outubro, sendo pelo menos 2 °C maiores nos locais classificados como de clima tropical em relação aos de clima temperado (Figura 3).

O efeito do clima sobre o comportamento dos genótipos de trigo fica bem evidente pela análise de algumas de suas características agrônômicas e fenológicas. Na Tabela 1 encontram-se os rendimentos de grãos dos diferentes genótipos de trigo nas condições de clima tropical e clima temperado. Nos ambientes tropicais, sabidamente com temperaturas mais elevadas (Figura 3), os reflexos sobre o rendimento de grãos foram mais expressivos, o que pode ser observado pela redução de 53,9% no rendimento médio dos genótipos em relação à média nos ambientes de clima temperado. Nesses locais de clima tropical vale ressaltar também os efeitos da brusone, a qual impactou negativamente o rendimento de grãos na primeira época de semeadura de Uberaba (12 de março), com rendi-

mento médio de todos os genótipos 36,2% menor, em relação ao rendimento médio da segunda época de Uberaba (3 de abril), e 44,4% menor em relação à Coromandel, com semeadura em 21 de março.

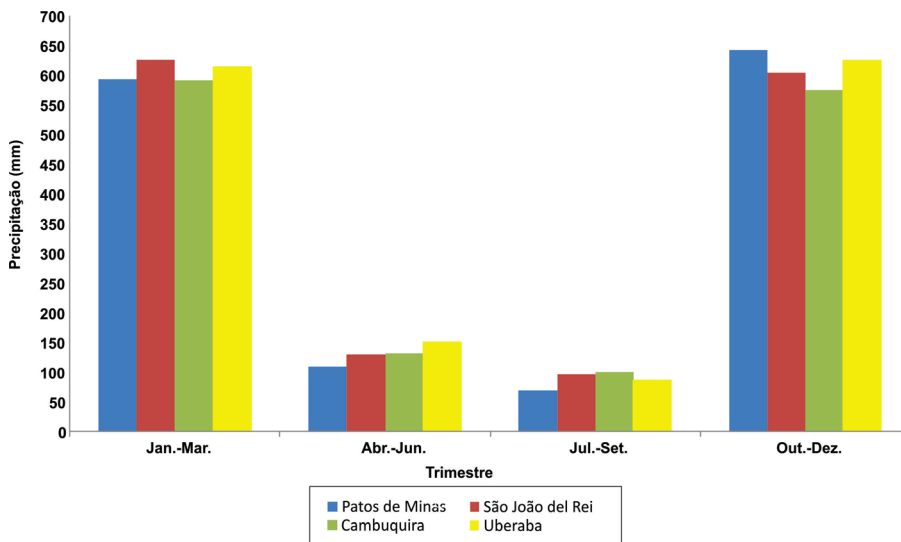


Figura 2. Precipitação trimestral média de 30 anos (1961 a 1990) nas regiões tropical (Patos de Minas e Uberaba) e temperada (São João del Rei e Cambuquira), no estado de Minas Gerais.

Fonte: INMET¹.

Quanto ao rendimento de grãos sob maior incidência de brusone (Uberaba, semeadura em 12 de março), apenas dois genótipos se destacaram: UB 1610104 e UB 1610106, com rendimentos de 2.760 kg ha⁻¹ e 2.847 kg ha⁻¹, respectivamente. Sob menor incidência de brusone, no grupo de maior rendimento de grãos, destacaram-se os genótipos BR 18-Terena, BRS 404, GD 150565, PF 100368, PF 150036, PF 150743, PF 190005, UB 1610101, UB 1610104 e UB 1610106 em Uberaba (semeadura em 3 de abril) e BRS 404, TBIO Sintonia, GD 150532, GD 150533, PF 100368, PF 120054, PF 120055, PF 120337, PF 150022, PF 150023, PF 150736, PF 150738, PF 150740, PF 160267, PF 161173, PF 161194, PF 161198, PF 190005, UB 1610104, UB 1610106, UB 1610611 e UB 1610612 em Coromandel (semeadura em 21 de março).

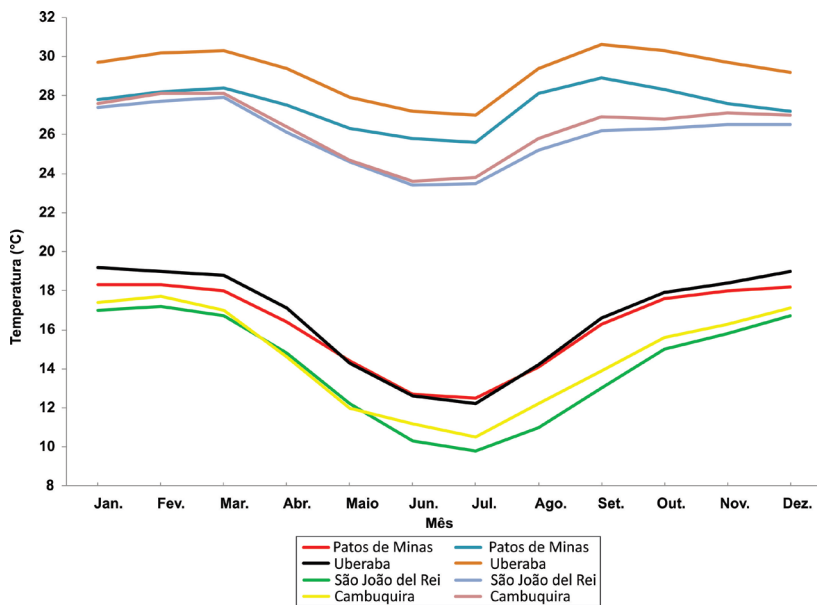


Figura 3. Médias de 30 anos (1961 a 1990) das temperaturas mínimas e máximas mensais em Uberaba, Patos de Minas, São João del Rei e Cambuquira.

Fonte: INMET¹.

Nos locais de clima temperado, o rendimento médio de grãos dos genótipos superou em 116,7% o rendimento médio no clima tropical, com destaque para os genótipos BRS 404, TBIO Sossego, GD 150533, GD 150565, PF 150036 e PF 150706 no grupo de maior rendimento (superior a 6.650 kg ha⁻¹) em Madre de Deus de Minas, e, BR 18-Terena, BRS 404, TBIO Sossego, GD 150533, GD 150565, PF 120055, PF 120063, PF 150036, PF 150743, PF 190005, UB 1610101, UB 1610106 e UB 1610612 no grupo de maior rendimento (superior a 5.050 kg ha⁻¹) em São Gonçalo do Sapucaí. Este maior rendimento verificado em Madre de Deus de Minas deve-se, principalmente, ao histórico de manejo do solo e de adubação em cada local, já que, em termos climáticos, os dois locais são bastante semelhantes. No que se refere ao comportamento dos genótipos, vale destacar a cultivar BRS 404, que teve bom comportamento tanto nos locais de clima tropical quanto nos de clima temperado, confirmando a sua ampla adaptação, com exceção da primeira época de semeadura de Uberaba, onde seu rendimento foi menor devido à maior incidência de brusone (Tabela 2).

¹ Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>

Tabela 1. Rendimento de grãos (kg/ha) de genótipos de trigo em ambientes de clima tropical e temperado, em Minas Gerais, 2019.

Genótipo	Clima Tropical				Clima Temperado		
	Ube 1ªEp ⁽¹⁾	Ube 2ªEp ⁽²⁾	Coro ⁽³⁾	Média	MD ⁽⁴⁾	SGS ⁽⁵⁾	Média
BR 18-Terena	2.220 b	3.497 a	2.897 b	2.871,3	6.328 b	5.455 a	5.891,5
BRS 264	544 d	2.516 c	2.443 b	1.834,3	5.241 d	4.435 b	4.838,0
BRS 404	1.279 c	3.360 a	3.196 a	2.611,7	6.675 a	5.214 a	5.944,5
TBIO Sintonia	835 d	2.488 c	3.078 a	2.133,7	6.053 b	4.425 b	5.239,0
TBIO Sossego	1.952 b	2.290 c	2.052 b	2.098,0	6.669 a	5.375 a	6.022,0
GD 150530	601 d	1.760 d	2.188 b	1.516,3	5.170 d	4.942 b	5.056,0
GD 150532	1.250 c	2.517 c	3.545 a	2.437,3	6.230 b	4.629 b	5.429,5
GD 150533	1.219 c	2.521 c	2.956 a	2.232,0	6.734 a	5.105 a	5.919,5
GD 150565	2.376 b	2.998 a	2.525 b	2.633,0	6.961 a	5.391 a	6.176,0
PF 100368	2.034 b	3.032 a	3.073 a	2.713,0	4.917 d	4.534 b	4.725,5
PF 120054	1.651 b	2.638 b	3.459 a	2.582,7	5.700 c	4.582 b	5.141,0
PF 120055	2.158 b	2.565 c	3.006 a	2.576,3	5.803 c	5.052 a	5.427,5
PF 120063	1.131 c	2.567 c	2.716 b	2.138,0	5.565 c	5.401 a	5.483,0
PF 120337	922 d	2.692 b	3.346 a	2.320,0	6.367 b	4.705 b	5.536,0
PF 150021	1.117 c	2.718 b	2.567 b	2.134,0	5.830 c	3.993 b	4.911,5
PF 150022	689 d	1.823 d	3.324 a	1.945,3	6.177 b	4.866 b	5.521,5
PF 150023	575 d	1.576 d	3.618 a	1.923,0	6.099 b	4.445 b	5.272,0
PF 150036	1.287 c	2.930 a	2.631 b	2.282,7	6.811 a	6.064 a	6.437,5
PF 150706	1.485 c	2.685 b	2.418 b	2.196,0	6.771 a	4.238 b	5.504,5
PF 150736	1.996 b	2.653 b	3.135 a	2.594,7	6.451 b	4.738 b	5.594,5
PF 150738	2.156 b	2.437 c	3.103 a	2.565,3	5.424 d	4.650 b	5.037,0
PF 150739	2.064 b	2.383 c	2.811 b	2.419,3	5.639 c	4.425 b	5.032,0
PF 150740	2.351 b	2.706 b	3.192 a	2.749,7	5.092 d	4.496 b	4.794,0
PF 150743	2.400 b	2.981 a	2.521 b	2.634,0	5.338 d	5.645 a	5.491,5
PF 160267	1.975 b	2.422 c	3.129 a	2.508,7	5.472 c	4.113 b	4.792,5
PF 161170	1.900 b	2.699 b	2.768 b	2.455,7	5.369 d	4.535 b	4.952,0
PF 161173	2.137 b	2.352 c	3.336 a	2.608,3	5.661 c	4.911 b	5.286,0
PF 161194	885 d	2.429 c	3.114 a	2.142,7	5.388 d	4.373 b	4.880,5

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Genótipo	Clima Tropical				Clima Temperado		
	Ube 1ªEp ⁽¹⁾	Ube 2ªEp ⁽²⁾	Coro ⁽³⁾	Média	MD ⁽⁴⁾	SGS ⁽⁵⁾	Média
PF 161198	2.197 b	2.676 b	2.989 a	2.620,7	4.850 d	4.330 b	4.590,0
PF 190005	2.493 b	2.985 a	3.355 a	2.944,3	6.433 b	5.347 a	5.890,0
UB 1610101	2.355 b	3.098 a	2.821 b	2.758,0	6.114 b	5.823 a	5.968,5
UB 1610104	2.760 a	2.964 a	3.436 a	3.053,3	5.418 d	4.740 b	5.079,0
UB 1610106	2.847 a	3.102 a	3.496 a	3.148,3	5.838 c	5.175 a	5.506,5
UB 1610611	1.228 c	2.538 c	3.396 a	2.387,3	6.087 b	4.817 b	5.452,0
UB 1610612	1.371 c	2.039 d	3.438 a	2.282,7	6.175 b	5.139 a	5.657,0
Média	1.670 E	2.618 D	3.005 C	2.431,2	5.910 A	4.860 B	5.385,2
CV (%)	18,9	13,4	14,8		6,2	9,5	

Médias com mesma letra, na coluna, são iguais estatisticamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Médias com mesma letra maiúscula, na linha, são iguais estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

⁽¹⁾ ⁽²⁾Uberaba (12 de março e 3 de abril). ⁽³⁾Coromandel. ⁽⁴⁾Madre de Deus de Minas. ⁽⁵⁾São Gonçalo do Sapucaí.

Tabela 2. Incidência (%) de brusone em genótipos de trigo de sequeiro em ambientes de clima tropical e temperado, em Minas Gerais, 2019.

Genótipo	Clima Tropical				Clima Temperado		
	Ube 1ªEp ⁽¹⁾	Ube 2ªEp ⁽²⁾	Coro ⁽³⁾	Média	MD ⁽⁴⁾	SGS ⁽⁵⁾	Média
BR 18-Terena	50	1	10	20,6	2	5	3,5
BRS 264	96	31	39	55,2	30	35	32,5
BRS 404	80	11	29	40,0	20	8	14,0
TBIO Sintonia	18	3	7	9,3	4	0	2,0
TBIO Sossego	12	1	7	6,4	0	0	0,0
GD 150530	78	25	41	47,8	32	9	20,5
GD 150532	28	1	15	14,8	10	0	5,0
GD 150533	14	4	19	12,3	10	2	6,0
GD 150565	14	0	7	7,1	12	10	11,0
PF 100368	40	25	31	32,2	20	20	20,0
PF 120054	26	15	9	16,6	4	3	3,5
PF 120055	28	7	18	17,4	10	6	8,0

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Genótipo	Clima Tropical				Clima Temperado		
	Ube 1ªEp ⁽¹⁾	Ube 2ªEp ⁽²⁾	Coro ⁽³⁾	Média	MD ⁽⁴⁾	SGS ⁽⁵⁾	Média
PF 120063	42	19	25	28,8	22	10	16,0
PF 120337	92	16	32	46,7	22	12	17,0
PF 150021	30	5	7	13,8	6	2	4,0
PF 150022	38	24	29	30,4	20	3	11,5
PF 150023	74	22	27	40,8	22	9	15,5
PF 150036	20	1	3	8,2	2	1	1,5
PF 150706	12	1	0	4,4	2	1	1,5
PF 150736	15	2	3	6,8	4	1	2,5
PF 150738	10	1	9	6,9	0	0	0,0
PF 150739	13	1	7	6,8	4	0	2,0
PF 150740	20	8	5	10,9	8	3	5,5
PF 150743	8	3	11	7,1	8	4	6,0
PF 160267	32	12	22	21,9	20	23	21,5
PF 161170	17	0	0	5,7	6	1	3,5
PF 161173	14	0	0	4,7	4	0	2,0
PF 161194	25	2	21	15,9	6	3	4,5
PF 161198	30	2	8	13,3	4	5	4,5
PF 190005	10	1	0	3,6	4	0	2,0
UB 1610101	24	4	5	11,0	8	0	4,0
UB 1610104	16	1	17	11,2	8	3	5,5
UB 1610106	8	1	23	10,9	8	12	10,0
UB 1610611	23	9	0	10,8	0	7	3,5
UB 1610612	27	8	1	11,8	2	6	4,0
Média	31,0	7,6	13,9	17,5	9,8	5,8	7,8

⁽¹⁾/⁽²⁾Uberaba (12 de março e 3 de abril). ⁽³⁾Coromandel. ⁽⁴⁾Madre de Deus de Minas. ⁽⁵⁾São Gonçalo do Sapucaí.

Com relação ao rendimento de grãos, cabe ainda destacar que se efetuou uma análise de correlação entre as médias dos genótipos nos ambientes de clima tropical e de clima temperado e não foi observada correlação entre as mesmas ($r = 0,0697$ e não significativo), confirman-

do as diferenças entre as duas regiões climáticas e a necessidade de condução de ensaios de VCU em cada uma delas para melhor avaliação dos genótipos, assim como para melhor regionalização da indicação de cultivares.

Uma discussão relevante deve ser feita em relação aos efeitos da brusone, pelos quais se percebe, nitidamente, o quanto as condições de ambiente e a época de semeadura foram importantes na incidência desta doença (Tabela 2).

Na condição de clima tropical, com temperaturas e precipitações mais elevadas na primeira época de semeadura de Uberaba (12 de março), a incidência média de brusone foi 4,1 vezes maior do que na semeadura de 3 de abril e 2,2 vezes maior do que na semeadura de 21 de março em Coromandel. Nestas condições, em que o espigamento, normalmente, ocorre entre 45 e 50 dias após a emergência, as semeaduras no primeiro e segundo decêndios de março estão mais sujeitas ao ataque da brusone. Para ilustrar esta situação cita-se o caso de Coromandel, com emergência das plantas em 27 de março, onde a baixa incidência de brusone (média de 13,9%) e os bons rendimentos só foram possíveis pela redução nas precipitações pluviométricas durante o espigamento, aliada ao controle químico. Já o caso da segunda época de semeadura em Uberaba, com emergência em 9 de abril, o espigamento só ocorreu a partir de 26 de maio, quando as chuvas cessaram e as temperaturas mínimas estavam abaixo de 14 °C, condição na qual Coelho (2015) verificou incidência de brusone abaixo de 10%.

Nos ambientes de clima temperado, Madre de Deus de Minas e São Gonçalo do Sapucaí, onde a temperatura média das mínimas, no período de espigamento e enchimento de grãos, é mais baixa do que nos ambientes tropicais, o risco de ocorrência da brusone é bem menor. Além disso, a época de semeadura poderia ser estendida até o final do primeiro decêndio de abril, com pouco ou nenhum risco de perda por seca.

Nas Tabelas 3 e 4, os pesos do hectolitro e de mil grãos retratam os efeitos da alta incidência de brusone na primeira época de Uberaba, na qual os valores médios dos genótipos foram 2,2 kg hL⁻¹ e 3,6 g, respectivamente, mais baixos significativamente em relação à segunda época de Uberaba. Na comparação entre os ambientes, observou-se que as temperaturas mais baixas do clima temperado, além de desfavorecerem a brusone, favoreceram o en-

chimento de grãos, o que é evidenciado pelas médias dos pesos do hectolitro e de mil grãos, com aumentos de 2,3 kg hL⁻¹ e 6,3 g, respectivamente, em relação aos locais de clima tropical. Com isso, houve maior enchimento dos grãos e, conseqüentemente, maiores rendimentos foram obtidos nos ambientes de clima temperado (Tabela 1).

Tabela 3. Peso do hectolitro (kg/hL) de grãos de genótipos de trigo em ambientes de clima tropical e temperado, em Minas Gerais, 2019.

Genótipo	Clima Tropical				Clima Temperado		
	Ube 1 ^a Ep ⁽¹⁾	Ube 2 ^a Ep ⁽²⁾	Coro ⁽³⁾	Média	MD ⁽⁴⁾	SGS ⁽⁵⁾	Média
BR 18-Terena	78,4 a	81,0 a	75,5 a	78,3	81,8 a	80,9 a	81,4
BRS 264	76,2 a	76,6 c	75,2 a	76,0	76,9 c	77,8 b	77,4
BRS 404	79,4 a	81,6 a	76,0 a	79,0	82,2 a	80,6 a	81,4
TBIO Sintonia	75,6 a	77,6 c	75,1 a	76,1	79,5 b	78,1 b	78,8
TBIO Sossego	75,8 a	75,6 c	75,2 a	75,5	78,0 c	74,4 e	76,2
GD 150530	75,6 a	79,0 b	73,7 a	76,1	79,4 b	80,0 a	79,7
GD 150532	78,4 a	80,8 a	75,0 a	78,1	80,6 a	79,6 a	80,1
GD 150533	78,2 a	80,2 a	74,8 a	79,2	80,6 a	79,9 a	80,3
GD 150565	78,8 a	81,3 a	74,0 a	78,0	80,6 b	80,6 a	80,6
PF 100368	79,2 a	80,5 a	76,2 a	78,6	81,0 a	80,0 a	80,5
PF 120054	77,0 a	78,9 b	75,8 a	77,2	79,1 b	79,1 b	79,1
PF 120055	79,3 a	81,4 a	74,8 a	78,5	81,1 a	80,9 a	81,0
PF 120063	78,2 a	81,6 a	75,6 a	78,5	81,2 a	81,1 a	81,2
PF 120337	75,7 a	77,2 c	75,0 a	76,0	79,0 b	79,2 b	79,1
PF 150021	77,8 a	79,9 a	75,2 a	77,6	80,6 b	79,8 a	80,2
PF 150022	77,6 a	79,1 b	76,0 a	77,6	81,1 a	80,7 a	80,9
PF 150023	75,6 a	78,4 b	76,6 a	76,9	81,0 a	80,6 a	80,8
PF 150036	74,7 a	78,2 b	75,3 a	76,1	79,2 b	79,4 b	79,3
PF 150706	78,2 a	80,0 a	75,4 a	77,9	80,4 a	78,4 b	79,4
PF 150736	77,4 a	79,2 b	75,7 a	77,4	80,0 b	77,8 b	78,9
PF 150738	76,3 a	78,4 b	74,9 a	76,5	80,0 b	78,7 b	79,4
PF 150739	77,8 a	78,0 b	75,1 a	77,0	80,0 b	78,1 b	79,1

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Genótipo	Clima Tropical				Clima Temperado		
	Ube 1ªEp ⁽¹⁾	Ube 2ªEp ⁽²⁾	Coro ⁽³⁾	Média	MD ⁽⁴⁾	SGS ⁽⁵⁾	Média
PF 150740	80,2 a	81,3 a	75,2 a	78,9	81,4 a	81,0 a	81,2
PF 150743	80,0 a	81,3 a	74,2 a	78,5	79,4 b	80,0 a	79,7
PF 160267	79,6 a	79,3 b	75,1 a	78,0	79,7 b	79,3 b	79,5
PF 161170	78,8 a	78,5 b	75,2 a	77,4	79,8 b	79,0 b	79,4
PF 161173	76,9 a	79,2 b	75,6 a	77,2	80,0 b	78,1 b	79,1
PF 161194	75,8 a	78,2 b	75,5 a	76,5	79,2 b	76,8 d	78,0
PF 161198	81,0 a	82,3 a	74,8 a	79,4	82,0 a	81,2 a	81,6
PF 190005	80,2 a	81,0 a	75,7 a	79,0	81,2 a	81,5 a	81,4
UB 1610101	79,8 a	81,0 a	74,7 a	78,5	80,6 b	81,4 a	81,0
UB 1610104	79,6 a	78,9 b	74,9 a	79,3	80,2 b	81,1 a	80,7
UB 1610106	80,2 a	80,6 a	77,2 a	79,3	79,6 b	80,3 a	80,0
UB 1610611	78,3 a	80,2 a	76,6 a	78,4	81,3 a	82,0 a	81,7
UB 1610612	78,2 a	79,4 b	75,6 a	77,7	81,0 a	81,8 a	81,4
Média	77,4 B	79,6 A	75,3 C	77,7	80,2 A	79,9 A	80,0
CV (%)	8,6	1,4	2,5		1,1	1,4	

Médias com mesma letra, na coluna, são iguais estatisticamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Médias com mesma letra maiúscula, na linha, são iguais estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

⁽¹⁾ ⁽²⁾Uberaba (12 de março e 3 de abril). ⁽³⁾Coromandel. ⁽⁴⁾Madre de Deus de Minas. ⁽⁵⁾São Gonçalo do Sapucaí.

Tabela 4. Peso (g) de mil grãos de genótipos de trigo em ambientes de clima tropical e temperado, em Minas Gerais, 2019.

Genótipo	Clima Tropical				Clima Temperado		
	Ube 1ªEp ⁽¹⁾	Ube 2ªEp ⁽²⁾	Coro ⁽³⁾	Média	MD ⁽⁴⁾	SGS ⁽⁵⁾	Média
BR 18-Terena	35,8 a	38,2 a	34,0 a	36,0	47,3 a	46,5 a	46,9
BRS 264	29,6 b	33,1 b	33,7 a	32,1	39,0 c	39,1 d	39,1
BRS 404	31,0 b	35,8 b	33,2 a	33,3	39,8 c	39,0 d	39,4
TBIO Sintonia	26,7 b	33,4 b	34,0 a	31,4	34,0 d	35,1 e	34,6
TBIO Sossego	29,3 b	33,4 b	33,3 a	32,0	35,2 d	35,6 e	35,4
GD 150530	29,7 b	33,8 b	34,1 a	32,5	35,5 d	40,0 d	37,8
GD 150532	29,1 b	36,6 a	35,9 a	33,9	39,8 c	39,7 d	39,8
GD 150533	29,7 b	32,6 b	36,3 a	32,9	37,8 c	37,8 d	37,8
GD 150565	38,4 a	39,8 a	34,8 a	37,7	48,0 a	46,4 a	47,2
PF 100368	38,0 a	38,1 a	36,0 a	37,4	46,5 a	44,1 b	45,3
PF 120054	26,0 b	38,3 a	35,2 a	33,2	40,8 c	44,2 b	42,5
PF 120055	36,4 a	39,6 a	33,5 a	36,5	44,8 a	44,9 b	44,9
PF 120063	34,2 a	36,7 a	34,4 a	35,1	41,8 a	41,9 c	41,9
PF 120337	35,8 a	37,9 a	35,9 a	36,5	45,1 a	45,0 b	45,1
PF 150021	31,7 b	34,4 b	33,2 a	33,1	37,9 c	36,9 e	37,4
PF 150022	30,5 b	33,7 b	33,8 a	32,7	40,2 c	39,1 d	39,7
PF 150023	34,8 a	36,0 b	36,3 a	35,7	39,0 c	41,9 c	40,5
PF 150036	34,8 a	38,6 a	35,1 a	36,2	44,5 a	46,7 a	45,6
PF 150706	28,3 b	35,0 b	36,1 a	33,1	38,5 c	38,1 d	38,3
PF 150736	32,7 b	35,3 b	35,8 a	34,6	38,6 c	40,2 d	39,4
PF 150738	33,1 b	35,2 b	35,0 a	34,4	40,8 c	43,2 c	42,0
PF 150739	31,0 b	36,2 b	34,6 a	33,9	37,6 c	41,3 c	39,5
PF 150740	31,2 b	36,2 b	34,2 a	33,9	36,8 c	37,4 e	37,1
PF 150743	38,3 a	38,2 a	32,5 a	36,3	42,9 b	46,4 a	44,7
PF 160267	33,8 a	37,1 a	35,8 a	35,6	40,8 c	43,6 c	42,2
PF 161170	32,2 b	35,5 b	33,7 a	33,8	39,0 c	39,6 d	39,3
PF 161173	31,9 b	35,7 b	33,1 a	33,6	39,2 c	39,5 d	39,4

Continua...

Tabela 4. Continuação.

Genótipo	Clima Tropical				Clima Temperado		
	Ube 1ªEp ⁽¹⁾	Ube 2ªEp ⁽²⁾	Coro ⁽³⁾	Média	MD ⁽⁴⁾	SGS ⁽⁵⁾	Média
PF 161194	29,7 b	33,6 b	36, a	33,1	37,2 c	36,9 e	37,1
PF 161198	31,9 b	35,6 b	34,0 a	33,8	28,1 e	35,2 e	31,7
PF 190005	38,3 a	39,9 a	35,4 a	37,9	47,1 a	47,2 a	47,2
UB 1610101	34,4 a	39,0 a	37,2 a	36,9	45,3 a	45,4 b	45,4
UB 1610104	36,4 a	38,0 a	34,3 a	36,2	42,9 b	44,6 b	43,8
UB 1610106	36,8 a	39,4 a	38,1 a	38,1	42,9 b	42,4 c	42,7
UB 1610611	32,8 b	37,5 a	33,8 a	34,7	43,2 b	42,2 c	42,7
UB 1610612	33,3 a	38,5 a	36,4 a	36,1	42,6 b	42,4 c	42,5
Média	32,8 E	36,4 C	34,8 D	34,7	40,6 B	41,4 A	41,0
CV (%)	10,8	9,0	10,7		6,5	3,8	

Médias com mesma letra, na coluna, são iguais estatisticamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Médias com mesma letra maiúscula, na linha, são iguais estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

⁽¹⁾/⁽²⁾Uberaba (12 de março e 3 de abril). ⁽³⁾Coromandel. ⁽⁴⁾Madre de Deus de Minas. ⁽⁵⁾São Gonçalo do Sapucaí.

Outra característica que sofreu impactos significativos do ambiente, com consequências também em outras características das plantas de trigo, foi o ciclo (Tabelas 5 e 6). Os resultados indicaram que as temperaturas mais baixas dos ambientes temperados alongaram os ciclos médios dos genótipos em 14,1 dias para o espigamento e 23 dias à maturação fisiológica, o que trouxe uma série de impactos no comportamento dos genótipos, pois os mesmos tiveram mais tempo para estruturação fisiológica da planta e para a formação e o enchimento dos grãos, o que resultou em maiores produtividades. Em função das datas de semeadura, o ciclo da emergência à maturação, nos ambientes tropicais, durou, em média, 92 dias e, teoricamente, estaria completo em 6 de junho, quando a emergência ocorrer no primeiro decêndio de março, e em 16 de junho e 26 de junho, quando a emergência se der no segundo e terceiro decêndios de março, respectivamente.

No caso da emergência no primeiro decêndio de abril, teoricamente, a maturação ocorreria no primeiro decêndio de julho (7 de julho). Com essas informações infere-se que, de acordo com as médias de precipitações dos últimos 30 anos, o fornecimento de água por meio das chuvas, para as quatro diferentes épocas de semeadura, seria de 287 mm, 239 mm, 201 mm e 152 mm em

Uberaba e 240 mm, 198 mm, 158 mm e 114 mm em Coromandel (com dados de Patos de Minas). Nessas circunstâncias, fica evidente que os riscos de perda por seca aumentam grandemente à medida que as datas de semeadura vão além de 20 de março em Coromandel.

Tabela 5. Ciclo (dias) da emergência ao espigamento de genótipos de trigo em ambientes de clima tropical e temperado, em Minas Gerais, 2019.

Genótipo	Clima Tropical				Clima Temperado		
	Ube 1 ^o Ep ⁽¹⁾	Ube 2 ^a Ep ⁽²⁾	Coro ⁽³⁾	Média	MD ⁽⁴⁾	SGS ⁽⁵⁾	Média
BR 18-Terena	46	49	51	48,7	61	61	61,0
BRS 264	40	44	40	41,3	52	54	53,0
BRS 404	44	48	45	45,7	59	60	59,5
TBIO Sintonia	47	50	52	49,7	63	66	64,5
TBIO Sossego	50	54	55	53,0	65	67	66,0
GD 150530	48	48	46	47,3	61	62	61,5
GD 150532	44	47	49	46,7	60	61	60,5
GD 150533	45	47	49	47,0	61	63	62,0
GD 150565	48	47	45	46,7	60	57	58,5
PF 100368	39	45	43	42,3	50	54	52,0
PF 120054	47	48	44	46,3	60	62	61,0
PF 120055	46	49	44	46,3	61	62	61,5
PF 120063	45	48	44	45,7	61	58	59,5
PF 120337	44	48	49	47,0	65	60	62,5
PF 150021	51	52	45	49,3	61	64	62,5
PF 150022	42	49	46	45,7	63	64	63,5
PF 150023	44	48	45	45,7	59	61	60,0
PF 150036	51	53	49	51,0	55	65	60,0
PF 150706	49	52	52	51,0	64	65	64,5
PF 150736	48	52	52	50,7	65	64	64,5
PF 150738	48	52	47	49,0	66	65	65,5
PF 150739	51	54	52	52,3	66	64	65,0
PF 150740	44	48	44	45,3	58	60	59,0

Continua...

Tabela 5. Continuação.

Genótipo	Clima Tropical				Clima Temperado		
	Ube 1ªEp ⁽¹⁾	Ube 2ªEp ⁽²⁾	Coro ⁽³⁾	Média	MD ⁽⁴⁾	SGS ⁽⁵⁾	Média
PF 150743	42	47	45	44,7	54	56	55,0
PF 160267	40	40	40	40,0	51	62	56,5
PF 161170	49	50	47	48,7	63	65	64,0
PF 161173	47	50	46	47,7	65	65	65,0
PF 161194	48	47	48	47,7	63	66	64,5
PF 161198	45	48	46	46,3	60	65	62,5
PF 190005	46	50	52	49,3	67	62	64,5
UB 1610101	48	50	50	49,3	67	60	63,5
UB 1610104	50	53	52	51,7	67	63	65,0
UB 1610106	44	50	52	48,7	67	60	63,5
UB 1610611	49	49	46	48,0	60	60	60,0
UB 1610612	49	49	46	48,0	63	63	63,0
Média	46,2	49,0	47,4	47,5	61,2	61,9	61,6

⁽¹⁾(2)Uberaba (12 de março e 3 de abril). ⁽³⁾Coromandel. ⁽⁴⁾Madre de Deus de Minas. ⁽⁵⁾São Gonçalo do Sapucaí.

Tabela 6. Ciclo (dias) da emergência à maturação de genótipos de trigo em ambientes de clima tropical e temperado, em Minas Gerais, 2019.

Genótipo	Clima Tropical				Clima Temperado		
	Ube 1ªEp ⁽¹⁾	Ube 2ªEp ⁽²⁾	Coro ⁽³⁾	Média	MD ⁽⁴⁾	SGS ⁽⁵⁾	Média
BR 18-Terena	87	96	94	92,3	113	115	114,0
BRS 264	75	81	78	78,0	98	102	100,0
BRS 404	84	95	85	88,0	111	114	112,5
TBIO Sintonia	90	99	104	97,7	115	120	117,5
TBIO Sossego	96	107	107	103,3	118	123	120,5
GD 150530	91	95	88	91,3	109	116	112,5
GD 150532	87	93	90	90,0	115	117	116,0
GD 150533	87	93	90	90,0	116	117	116,5
GD 150565	91	93	86	90,0	112	111	111,5

Continua...

Tabela 6. Continuação.

Genótipo	Clima Tropical				Clima Temperado		
	Ube 1ªEp ⁽¹⁾	Ube 2ªEp ⁽²⁾	Coro ⁽³⁾	Média	MD ⁽⁴⁾	SGS ⁽⁵⁾	Média
PF 100368	77	92	79	82,7	102	108	105,0
PF 120054	89	95	84	89,3	115	117	116,0
PF 120055	89	97	84	90,0	116	116	116,0
PF 120063	88	95	84	89,0	116	114	115,0
PF 120337	87	95	94	92,0	117	114	115,5
PF 150021	96	103	86	95,0	113	125	119,0
PF 150022	88	96	90	91,3	115	118	116,5
PF 150023	88	95	86	89,7	114	117	115,5
PF 150036	96	105	90	97,0	107	119	113,0
PF 150706	93	100	104	99,0	116	119	117,5
PF 150736	95	103	104	100,7	117	118	117,5
PF 150738	95	103	90	96,0	118	119	118,5
PF 150739	98	107	92	99,0	118	118	118,0
PF 150740	86	95	84	88,3	110	114	112,0
PF 150743	85	94	86	88,3	106	110	108,0
PF 160267	75	80	76	77,0	97	100	98,5
PF 161170	93	99	90	94,0	115	119	117,0
PF 161173	91	99	91	93,7	117	119	118,0
PF 161194	91	95	92	92,7	115	120	117,5
PF 161198	89	95	90	91,3	112	119	115,5
PF 190005	89	99	100	96,0	119	116	117,5
UB 1610101	91	98	95	94,7	119	114	116,5
UB 1610104	96	103	100	99,7	119	117	118,0
UB 1610106	87	96	100	94,3	119	114	116,5
UB 1610611	93	96	88	92,3	112	114	113,0
UB 1610612	93	96	88	92,3	115	115	115,0
Média	89,3	96,7	90,5	92,2	113,9	116,5	115,2

⁽¹⁾ Uberaba (12 de março e 3 de abril). ⁽²⁾ Coromandel. ⁽³⁾ Madre de Deus de Minas. ⁽⁴⁾ São Gonçalo do Sapucaí.

Nos ambientes de clima temperado (Madre de Deus de Minas e São Gonçalo do Sapucaí), representados pelos dados climáticos de São João del Rei e Cambuquira, respectivamente, o ciclo médio dos genótipos entre a emergência e a maturação foi de 115 dias (Tabela 6). Assim, para as quatro épocas de semeadura estipuladas, o fornecimento histórico de água por meio das chuvas seria de 276 mm, 221 mm, 170 mm e 120 mm em Madre de Deus de Minas e 271 mm, 234 mm, 193 mm e 149 mm em São Gonçalo do Sapucaí, sendo semelhantes, portanto, às médias históricas de Uberaba e reforçando que as diferenças de temperaturas são fatores preponderantes. Em função das temperaturas mais baixas nos ambientes de clima temperado, o que resulta em menor evapotranspiração, é possível estender a época de semeadura para que a emergência ocorra até 10 ou 15 de abril.

Os impactos das temperaturas mais elevadas verificados nos componentes do rendimento, como é o caso do peso de mil grãos, com consequente redução no rendimento de grãos nos locais de clima tropical, podem estar relacionados, principalmente, ao encurtamento do ciclo das plantas. Segundo Souza e Ramalho (2001), temperaturas elevadas durante todo o ciclo reduzem a produtividade por meio de seus efeitos sobre várias características das plantas de trigo. Em trabalho realizado em Minas Gerais, constatou-se que esta redução na produtividade pode passar de 50% (Souza, 1999). Também Yang et al. (2002) relatam que os efeitos do estresse térmico se iniciam pela senescência precoce, caracterizada pela clorose das folhas e maturidade precoce dos grãos, ocasionando forte redução no rendimento de grãos e seus componentes. Já Khanna-Chopra e Chinnusamy (1999) relataram que a redução no rendimento de grãos, em função das temperaturas elevadas, é atribuída à aceleração na fase de desenvolvimento, na senescência, no aumento da taxa respiratória e na redução da fotossíntese, com consequente inibição na síntese do amido durante o desenvolvimento do grão.

A ocorrência de temperaturas mais baixas nas condições de clima temperado, entre os meses de abril e agosto (Figura 3), também é um fator muito importante para reduzir a incidência da brusone, pois, conforme afirma Coelho (2015), a incidência nas espigas caiu para valores inferiores a 10% quando as temperaturas médias mínimas mensais ficaram abaixo de 14 °C.

Em resumo, o comportamento diferenciado das plantas de trigo, cultivadas sob a influência de dois climas distintos (tropical e temperado), dentro de um mesmo Estado da RHACT 4, confirma a heterogeneidade climática existente no estado de Minas Gerais. Assim, percebe-se nitidamente que a grande Região Homogênea de Adaptação de Cultivares de Trigo (RHACT) 4, na qual estão inseridos os municípios avaliados no presente trabalho, precisa ser subdividida em, pelo menos, duas regiões, para a realização de ensaios de VCU e melhor indicação da região de adaptação das cultivares. Isto porque, dentro da RHACT 4, há uma região em que predomina o clima temperado e o bioma de Mata Atlântica, como nas regiões Campo das Vertentes, Zona da Mata e Sul/Sudoeste de Minas Gerais e Sudeste de São Paulo, a qual difere do restante daquela grande região, onde predomina o clima tropical e bioma de Cerrados, conforme também pode ser melhor visualizado nas Figuras 4 e 5.

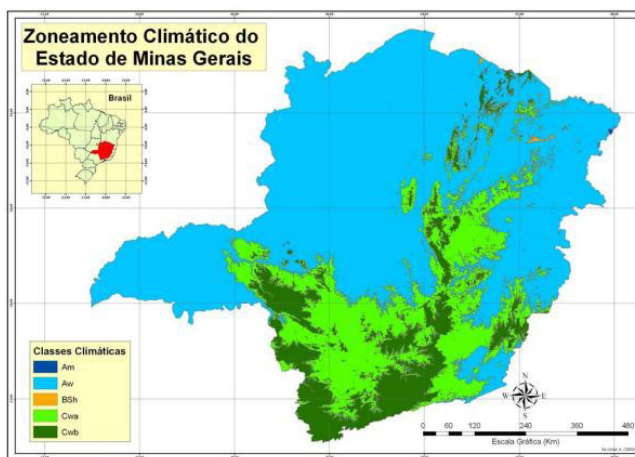


Figura 4. Zoneamento climático do estado de Minas Gerais, conforme classificação climática de Köppen e Geiger (1928), segundo Sá Júnior (2009).

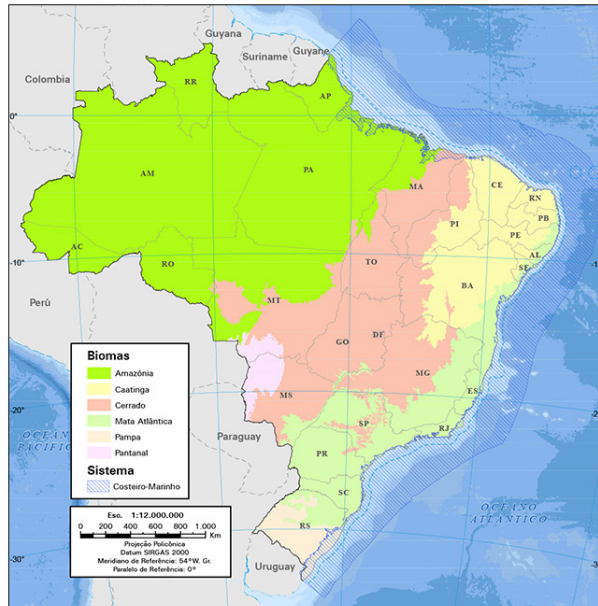


Figura 5. Biomas brasileiros.

Fonte: IBGE (<https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/territorio/18307-biomas-brasileiros.html>).

Conclusões

1 - O rendimento médio de grãos dos genótipos no ambiente temperado foi superior ao do ambiente tropical.

2 - Alta incidência de brusone e temperaturas elevadas tiveram fortes impactos negativos na formação e no enchimento de grãos nos ambientes de clima tropical.

3 - As condições ambientais de clima temperado, representadas especialmente pelo fator temperatura, provocaram aumento médio de 14 dias no período da emergência ao espigamento e de 23 dias da emergência à maturação fisiológica, comparadas aos ambientes de clima tropical.

4 - Para melhor regionalização das cultivares de trigo, a Região Homogênea de Adaptação de Cultivares de Trigo 4 (quente e seca - Cerrado) deveria ser subdividida em duas, pelo menos, para separar as

regiões do Campo das Vertentes, Zona da Mata e Sul/Sudoeste de Minas Gerais e Sudeste de São Paulo, onde predomina o clima temperado e o bioma de Mata Atlântica.

Referências

ALBRECHT, J. C.; RIBEIRO JUNIOR, W. Q.; SILVA, M. S. Cultivares de trigo para o cerrado. In: FALEIRO, F. G.; SOUSA, E. S. de. **Pesquisa, desenvolvimento e inovação para o Cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. p. 61-68.

CARGNIN, A.; SOUZA, M. A. de; CARNEIRO, P. C. Z.; SOFIATTI, V. Interação entre genótipos e ambientes e implicações em ganhos com seleção em trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 6, p. 987-993, jun. 2006.

COELHO, M. A. de O. Brusone do trigo: estratégias de convivência. **Revista Cultivar: grandes culturas**, v. 1, n. 190, p. 12-13, 2015.

COELHO, M. A. de O.; FRONZA, V.; SOARES SOBRINHO, J.; PEREIRA, P. R. V. da S.; MARSARO JÚNIOR, A. L.; LAU, D. **Trigo (*Triticum aestivum* L.)**. In: 101 culturas: manual de tecnologias agrícolas. 2. ed. rev. e atual. Belo Horizonte: EPAMIG, 2019. p. 881-889.

CUNHA, G. R. da; SCHEEREN, P. L.; PIRES, J. L. F.; MALUF, J. R. T.; PASINATO, A.; CAIERÃO, E.; SÓ E SILVA, M.; DOTTO, S. R.; CAMPOS, L. A. C.; FELÍCIO, J. C.; CASTRO, R. L. de; MARCHIORO, V.; RIEDE, C. R.; ROSA FILHO, O.; TONON, V. D.; SVOBODA, L. H. **Regiões de adaptação para trigo no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. (Circular técnica online, 20). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/852170/regioes-de-adaptacao-para-trigo-no-brasil>.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, dez. 2011.

GIROTTO, L.; ALVES, J. D.; DEUNER, S.; ALBUQUERQUE, A. C. S.; TOMAZONI, A. P. Tolerância à seca de genótipos de trigo utilizando agentes indutores de estresse no processo de seleção. **Revista Ceres**, v. 59, n. 2, p. 192-199, mar./abr. 2012.

KHANNA-CHOPRA, R.; CHINNUSAMY, V. Evolution of stress tolerance in irrigated environment of *T. aestivum* and related species. I. Stability yield and yield components. **Euphytica**, v. 106, n. 2, p. 169-180, abr. 1999.

McMASTER, G. S. Phenology, development, and growth of the wheat (*Triticum aestivum* L.) shoot apex: a review. **Advances in Agronomy**, v. 59, p. 63-118, 1997.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; MORAES, J. P. V.; BURITY, J. A. Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas da aceroleira submetida a déficit de água. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n. 1, p. 75-87, 2001.

PASINATO, A. **Potencialidades e limitações para a expansão do cultivo de trigo sequeiro no bioma cerrado do Brasil Central**. 2017. 126 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção Vegetal) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre.

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 12., 2018, Passo Fundo. **Informações técnicas para trigo e triticale - safra 2019**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 240 p.

- SÁ JÚNIOR, A. **Aplicação da classificação de Köppen para o zoneamento climático do Estado de Minas Gerais**. 2009. 101 f. Dissertação (Mestrado na área de Engenharia de Água e Solo) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- SOUZA, M. A. de; RAMALHO, M. A. P. Controle genético e tolerância ao estresse de calor em populações híbridas e em cultivares de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 10 p. 1245-1253, out. 2001.
- SOUZA, M. A. de. **Controle genético e resposta ao estresse de calor de cultivares de trigo**. 1999. 152 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- YANG, J.; SEARS, R. G.; GILL, B. S.; PAULSEN, G. M. Growth and senescence characteristics associated with tolerance of wheat-alien amphiploids to high temperature under controlled conditions. **Euphytica**, v. 126, n. 2, p. 185-193, 2002.
- ZADOKS, J. C.; CHANG, T. T; KONZAK, C. F. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Research**, v. 14, p. 415-421, 1974.

Embrapa

Trigo

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



CGPE 017542