



ANA LUIZA MARIA SERPA ANDRADE

**RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE TRIGO
À BRUSONE DA ESPIGA**

LAVRAS

2023

ANA LUIZA MARIA SERPA ANDRADE

RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE TRIGO À BRUSONE DA ESPIGA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de
Agricultura da Universidade Federal
de Lavras como parte das exigências
do curso de Agronomia, para
obtenção do título de bacharel

Prof. Dr. José Maria Villela

Pádua

Orientador – DAG/UFLA

Ms. Adriano Francis Dorigan

Coorientador – DFP/UFLA

Prof. Dr. Cleiton Lourenço de

Oliveira Coordenador –

DAG/UFLA

LAVRAS

2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, à Virgem Maria e a todos Amigos do Céu, pela inspiração, cuidados e bênçãos, que me agraciaram até então. Meu coração se enche de alegria e louvor quando reflito todo caminho que fiz na graduação, muitas vezes priorizando a Evangelização em detrimento às tarefas acadêmicas. Observo como fui amparada pela Providência Divina e que o meu Apostolado, perpassou pelos departamentos e avenidas da UFLA.

A todos familiares, principalmente aos meus pais Silvane e José, ao meu irmão Gabriel, e aos meus avós, Perpétua, Geraldo, Maria e Francisco (*in memoriam*), que sempre enxergaram a menina sonhadora que habita em mim, obrigada pelo incentivo, zelo, pelo colo e acalento. Agradeço também, ao meu namorado, aos meus amigos e amigas, colegas de apartamento, do convívios nas disciplinas, Ministério Jovem, Ministério Universidades Renovadas, Terço do Aviãozinho, amigos da paróquia Nossa Senhora do Bom Sucesso, meu orientador espiritual e muitos que me acompanharam desde a infância, obrigada pelos conselhos, por se alegrarem com minhas conquistas e por serem verdadeiros Cirineus nos momentos difíceis.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Maria Villela Pádua, à Lara Eduarda Silva Viol aos demais membros do Pro Trigo e aos ex membros, em especial Moniky e Priscilla, obrigada pela ajuda na execução desse trabalho, no meu crescimento profissional e pessoal e pelo desenvolvimento que tivemos no trabalho em equipe.

Ao meu coorientador Ms. Adriano Francis Dorigan, pela reciprocidade, por todo suporte e atenção em sanar minhas dúvidas, principalmente na estatística e fitopatologia.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), ao Departamento de Agricultura (DAG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo apoio financeiro.

Muito obrigada !

RESUMO

A brusone do trigo é uma doença causada pelo fungo *Pyricularia oryzae* patótipo *Triticum* (PoTI). Essa doença pode comprometer a produtividade da triticultura tropical, visto que, as condições edafoclimáticas do Cerrado (Brasil Central) são favoráveis à infecção em espigas. A introdução do trigo como componente do Sistema de Produção no Brasil, a expansão das áreas cultivadas e uma alta variabilidade genética do patógeno, torna o emprego de estratégias no controle desta doença um desafio. Entre as estratégias, o controle genético é amplamente utilizado no manejo integrado de doenças de plantas. No entanto, até o presente momento, não foram identificados cultivares de trigo possuindo resistência genética completa contra brusone em espigas de trigo. Assim, objetivou-se avaliar a resposta de diferentes genótipos no controle da brusone do trigo na região Sul de Minas Gerais/Campo das Vertentes. Os tratamentos foram compostos de 13 genótipos base. O experimento foi instalado e conduzido nas Fazendas Experimentais da UFLA, em Ijaci (CDTT) nas safras de 2021 (E1) e 2022 (E2); e em Lavras-MG (Fazenda Muquém) na safra de 2021 (E3). Em cada local, as parcelas foram de 5 m², com 4 repetições, totalizando 52. Em campo, a incidência de brusone em espigas de trigo foi avaliada a partir do início do espigamento até as plantas atingirem a fase de “grão em massa mole”, as variáveis teor de clorofila, altura de plantas e altura da folha bandeira também foram medidas. Na pós-colheita, avaliaram-se as características de rendimento de grãos em kg/ha, umidade (%) e peso de mil grãos (PMG). As características avaliadas por análise de variância com o teste F a 5 % de probabilidade foram significativamente diferentes, com exceção do teor de clorofila. Devido a baixa pressão do patógeno em campo, as médias de incidência foram baixas. A maior suscetibilidade ao patógeno foi identificada na cultivar BRS 264, que apresentou maiores níveis de incidência nos ensaios E1 e E2. As cultivares com menor incidência de brusone e maiores produtividades foram: ORS 1401, ORS 1403, ORS Destak, TBIO Duque, TBIO Aton e BRS 404. Portanto, os resultados demonstram que nos locais de estudo, houve diferença significativa na resistência genética das cultivares avaliadas à brusone do trigo em espigas e estas podem ser empregadas no manejo integrado desse patógeno.

Palavras-chave: Triticultura tropical. Minas Gerais. *Pyricularia oryzae*. Controle genético. Rede experimental.

ABSTRACT

Wheat blast is a disease caused by the fungus *Pyricularia oryzae* pathotype *Triticum* (PoTl). This disease can compromise the productivity of tropical triticulture, since the edaphoclimatic conditions of the Cerrado (Central Brazil) are accommodated to the infection in spikes. The introduction of wheat as a component of the Production System in Brazil, the expansion of cultivated areas and a high genetic variability of the pathogen, makes the use of strategies to control this disease a challenge. Among the strategies, genetic control is widely used in the integrated management of plant diseases. However, to date, no wheat cultivars having complete genetic resistance against wheat blast have been identified. Thus, this work aimed to evaluate the response of different genotypes in controlling wheat blast in the southern region of Minas Gerais/Campo das Vertentes. The treatments were composed of 13 base genotypes. The experiment was installed and controlled at UFLA's Experimental Farms, in Ijaci (CDTT) in the 2021 (E1) and 2022 (E2) harvests; and in Lavras-MG (Fazenda Muquém) in the 2021 harvest (E3). In each location, the plots were 5 m², with 4 replications, totaling 52. In the field, the incidence of blast in ears of wheat was evaluated from the beginning of heading until the plants reached the “grain in soft mass” phase, as a variable of chlorophyll content, plant height and flag leaf height were also measured. At post-harvest, grain yield characteristics in kg/ha, moisture (%) and thousand-grain weight (TGW) were evaluated. The characteristics evaluated by analysis of variance with the F test at 5% probability were significantly different, with the exception of chlorophyll content. Due to the low pathogen pressure in the field, the average incidence was low. The highest susceptibility to the pathogen was identified in the BRS 264 cultivar, which showed the highest levels of incidence in the E1 and E2 trials. The cultivars with the lowest blast incidence and highest yields were: ORS 1401, ORS 1403, ORS Destak, TBIO Duque, TBIO Aton and BRS 404. Therefore, the results showed that in the study sites, there was a significant difference in the genetic resistance of the evaluated cultivars wheat blast in ears and these can be used in the integrated management of this pathogen.

Keywords: Tropical Triticulture. Minas Gerais. *Pyricularia oryzae*. Genetic Resistance. Experimental network.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Divisão das Regiões Homogêneas de Adaptação de Cultivares de Trigo (RHACT), de acordo com o Ministério da Agricultura, Abastecimento e Pecuária (MAPA).....	5
Figura 2- Sintoma de brusone na folha de trigo: lesão elíptica com bordos avermelhados e centro claro.....	8
Figura 3 - Sintomas de brusone na espiga de trigo.....	9
Figura 4 - Mapa de localização do experimento, em destaque os municípios de Lavras, onde localiza a Fazenda Muquém e o de Ijaci, onde localiza o CDTT.....	15
Figura 5 - Correlação entre a produtividade de grãos e a incidência de brusone em espigas de trigo, obtidas em Ijaci, MG, na safra 2022.....	19
Figura 6 - Distribuição em boxplot da incidência de brusone na espiga de trigo na safra de 2022 em Ijaci.....	20
Figura 7 - Distribuição em boxplot da produtividade de trigo na safra de 2022 em Ijaci.....	20
Figura 8 - Correlação entre a produtividade de grãos e a incidência de brusone em espigas de trigo, obtidas em Ijaci, MG, na safra 2021.....	22
Figura 9 - Distribuição em boxplot da incidência de brusone na espiga de trigo na safra de 2021 em Ijaci.....	22
Figura 10 - Distribuição em boxplot da produtividade de trigo na safra de 2021 em Ijaci.....	22
Figura 11 - Correlação entre a produtividade de grãos e a incidência de brusone de trigo obtidas na Fazenda Muquém (Vitorinha), Lavras, MG, na safra de 2021.....	24
Figura 12 - Distribuição em boxplot da incidência de brusone na espiga de trigo na safra de 2021 em Lavras.....	25
Figura 13 - Distribuição em boxplot da produtividade de trigo na safra de 2021 em Lavras.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tratamentos e cultivares com classificação de reação à Brusone, utilizadas nas safras 2021 e 2022.....	15
Tabela 2. Análise de variância de diferentes características avaliadas de trigo, obtidas em Ijaci, MG, na safra 2022.....	18
Tabela 3. Comparação de médias de diferentes características avaliadas de trigo, obtidas em Ijaci, MG, na safra 2022.....	19
Tabela 4. Análise de variância de diferentes características avaliadas de trigo, obtidas em Ijaci, MG, na safra 2021.....	20
Tabela 5. Comparação de médias de diferentes características avaliadas de trigo, obtidas em Ijaci, MG, na safra 2021.....	21
Tabela 6. Análise de variância de diferentes características avaliadas de trigo, obtidas em Lavras, MG, na safra 2021.....	23
Tabela 7. Comparação de médias de diferentes características avaliadas de trigo, obtidas em Lavras, MG, na safra 2021.....	24

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1	Trigo Tropical.....	3
2.2	Brusone no Trigo.....	6
2.2.1	Histórico da Brusone do Trigo.....	6
2.2.2	Etiologia.....	7
2.2.3	Sintomatologia.....	8
2.2.4	Epidemiologia.....	9
2.2.5	Danos e perdas causadas pela brusone.....	11
2.2.6	Manejo Integrado da brusone no trigo.....	11
3	OBJETIVOS	14
4	MATERIAIS E MÉTODOS	14
4.1	Localização.....	14
4.2	Tratamentos.....	15
4.3	Condução dos Experimentos.....	16
4.4	Análise dos dados.....	17
5	RESULTADOS	18
6	DISCUSSÃO	26
7	CONCLUSÕES	28
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

1 INTRODUÇÃO

O trigo cultivado nas regiões do Brasil Central é reconhecido como trigo tropical e é produzido em condições variadas de altitude, solo, precipitação e sistemas de cultivo. Sendo que, as regiões de cultivo normalmente apresentam solos ácidos, temperaturas elevadas e ocorrência de doenças, principalmente brusone. Ademais, por apresentar boas respostas qualitativas e produtivas, compreende que a triticultura tropical possui potencial de adaptação e estabelecimento (MORESCO et al., 2013). A produção deste cereal em Minas Gerais, possui algumas vantagens, dentre elas, um alto padrão de qualidade para panificação, devido ao clima quente e seco; além do mais, os preços estão na alta da curva de variação anual por ser colhido na entressafra dos Estados do Sul, e supre a demanda local (MORI; SILVA, 2013).

O trigo tropical é cultivado com ou sem irrigação, no inverno, estação seca, e posterior a cultura de verão, no período da safrinha (CHAGAS et al., 2021). Os crescentes ganhos de produtividade atrelados ao crescimento da área de cultivo, proporcionados pela obtenção de materiais resistentes à brusone, irão garantir em menos de dez anos a produção de trigo que o Brasil necessita (ALVES et al., 2022).

A brusone, causada por *Pyricularia oryzae* (Cook) Sacc. (teleomorfo *Magnaporthe oryzae* (Hebert) Barr.), afeta diversas gramíneas de importância econômica, incluindo o arroz, o trigo, a aveia e a cevada. No trigo, o agente causal da brusone é o fungo ascomiceto *Pyricularia oryzae*, patótipo *Triticum* (PoT1) (CERESINI et al., 2018; GLADIEUX et al., 2018). A brusone foi relatada pela primeira vez no Brasil, no estado do Paraná em 1985 (IGARASHI et al., 1986). Em seguida o patógeno disseminou-se rapidamente para países da América do sul como Bolívia, Paraguai, Argentina, Uruguai, e mais recentemente foi reportado na Ásia – Índia e Bangladesh e no sul da África em Zâmbia (ISLAM et al., 2016, 2019; MALAKER et al., 2016; TEMBO et al., 2020).

Em folhas, os sintomas formam uma lesão elíptica no sentido das nervuras, de coloração que varia de branco a castanho claro no centro, com margens avermelhadas e que progride para coloração enegrecida com o avanço da doença (TAKAMI, 2011). Em espigas, a infecção é extremamente destrutiva, pois o patógeno provoca o estrangulamento da inflorescência, devido ao surgimento de lesão preta na ráquis e consequente secamento da espiga a partir do ponto de infecção inviabilizando o enchimento dos grãos (CRUZ, et al., 2009; TAKAMI, 2011).

A presença do inóculo no campo, atrelada ao uso de cultivares suscetíveis, e em

condições de temperatura (25°C) e molhamento foliar (superior à 10 horas), tem causado epidemias no campo. Como já constatado em 1991 e 1992 por Goulart, Paiva e Mesquita (2000), onde a brusone reduziu em 51 % o rendimento de grãos. Na safra de 2005, por Urashima et al. (2009) que verificaram redução na produtividade de 32,2%. Na safra de 2009, onde alguns produtores do Brasil Central tiveram perda de quase 100% no rendimento de grãos (TORRES et al., 2009).

O manejo integrado de doenças (MID) tem sido empregado em vários patossistemas, incluindo a brusone do trigo. Entre as diferentes estratégias de manejo, o controle genético também pode ser utilizado. A disponibilização de informações corretas sobre a reação à brusone das cultivares de trigo indicadas para cultivo é um aspecto importante para se obter sucesso no controle desta doença. Para a brusone em espigas de trigo, o uso do controle genético torna-se ainda mais justificável se considerarmos que as perdas na produção em campos com brusone podem atingir até 100% (EMBRAPA, 2019). Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta de diferentes cultivares de trigo visando quantificar o nível de resistência e auxiliar no controle da brusone da espiga de trigo na região Sul de Minas Gerais / Campo das Vertentes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Trigo Tropical

O Brasil é o quarto país de maior consumo de trigo per capita anual, sendo de, aproximadamente 55,5 kg/habitante (FAO, 2022), totalizando em média 11 milhões de toneladas por ano. Na safra de 2018/2019, a produção nacional de 5,1 milhões de toneladas não foi suficiente (CONAB, 2019), necessitando importar o restante da demanda, principalmente da Argentina, que é favorecida pelos acordos bilaterais do Mercado Comum do Sul (Mercosul). Nos últimos anos, em média, a Argentina forneceu 90% do volume de trigo importado pelo Brasil – que varia entre 5 milhões e 6 milhões de toneladas anuais (MENDONÇA, 2020). O chefe-geral da Embrapa Trigo, pesquisador Sérgio Dotto acredita que o Brasil é capaz de se tornar autossuficiente na produção de trigo, com o emprego de tecnologias, ampliações nas áreas de cultivo e o apoio governamental (EMBRAPA, 2016).

A autossuficiência da produção do trigo brasileiro, poderá ser alcançada com uma maior diversificação nas áreas de cultivo além das tradicionais: estados do Paraná e do Rio Grande do Sul, onde está concentrada maior parte da produção do país. Há grande potencial para expansão das áreas cultivadas em ambientes tropicais, como a região do Cerrado do Brasil Central, visto que, a localização geográfica, topografia, clima e extensão da área, são propícios para o cultivo do trigo (ALBRECHT et al., 2007; SOUZA et al., 2013). O Cerrado do Brasil Central juntamente com parte da Mata Atlântica, pertencem a região 4, de acordo com a divisão das Regiões Homogêneas de Adaptação de Cultivares de Trigo (RHACT) (Figura 1), que possui característica edafoclimática quente e seca e compreende os estados de Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais, Mato Grosso, Bahia e parte do estado de São Paulo (BRASIL, 2001; CUNHA et al., 2006).

No Brasil, o trigo tropical é produzido em condições variadas de altitude, solo, precipitação e sistemas de cultivo. Sendo que, as regiões de cultivo normalmente apresentam solos ácidos, temperaturas elevadas e ocorrência de doenças, principalmente a brusone. Além disso, por apresentar boas respostas qualitativas e produtivas, a triticultura tropical possui potencial de adaptação e estabelecimento (MORESCO et al., 2013).

Pesquisas com trigo tropical em Minas Gerais iniciou em 1975 através da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), intermediada pelo Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC) – Embrapa Cerrados –, em parceria com a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG (SOUZA, 1979).

Inicialmente, a maior demanda estava associada ao desenvolvimento de cultivares para cultivo de sequeiro na região do Programa de Assentamento Dirigido do Alto Paranaíba – Padap (MORESCO et al., 2013). Primeiramente, introduziu-se materiais de origem nacional e internacional, sobretudo do Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT). Entre 1985 e 1993, foi desenvolvido um programa de seleção em populações segregantes, de início associado ao CPAC e, posteriormente, ao Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT) – Embrapa Trigo (CARGNIN, 2007). A Embrapa Trigo possui dois programas de melhoramento de trigo distintos para as condições tropicais: O Programa de Trigo Irrigado, com base na Embrapa Cerrados, em Planaltina, DF, e o Programa de Trigo Sequeiro, com base no Núcleo Avançado de Trigo Tropical, em Uberaba, MG (MORESCO et al., 2013).

O trigo tropical pode ser cultivado no inverno, estação seca, com ou sem irrigação, em sucessão à safra de verão, no período da safrinha (CHAGAS et al., 2021). Em áreas de maiores altitudes, fica restrito o trigo de sequeiro, mas também é possível o cultivo de trigo irrigado (EMBRAPA, 2016).

A maior oportunidade de crescimento do cultivo do trigo tropical advém do sistema de cultivo de sequeiro principalmente em plantio direto e após a soja, pois, devido à competição com culturas mais rentáveis, como feijão, milho semente, café e hortaliças, como batata, alho e cebola, o trigo irrigado ainda é escasso no Brasil Central (EMBRAPA, 2021). De acordo com o pesquisador da Embrapa Trigo, Joaquim Soares Sobrinho, nas regiões de Campo das Vertentes, Sul/Sudoeste e Oeste de Minas Gerais, em detrimento dos riscos de plantar o milho safrinha após o fechamento da janela de plantio, há a possibilidade do plantio de trigo sequeiro até 10 de abril sem grandes riscos à produção (EMBRAPA, 2021).

A demanda de trigo em Minas Gerais é de cerca de 1 milhão de toneladas, e nas últimas duas décadas, produzia cerca de 20 mil toneladas, o que corresponde de 1% a 2% da demanda. Anteriormente, o cultivo abrangia as áreas do Triângulo, Alto Paranaíba e Noroeste de Minas. Atualmente o cultivo de trigo expandiu para outras regiões, como a região Sul de Minas (RURAL PECUÁRIA, 2017). O avanço alcançado deve-se a investidas das instituições de pesquisa, assistência técnica e extensão rural, atrelado ao governo de Minas Gerais, que instituiu, em 2011, o Programa de Desenvolvimento da Competitividade da Cadeia Produtiva do Trigo (Comtrigo). Atualmente, a Comtrigo está sob coordenação da Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Seapa), e tem como finalidade de amparar a pesquisa e promover a recuperação da competitividade da cadeia produtiva do trigo em Minas Gerais (COELHO et al., 2011; RAMOS et al., 2021).

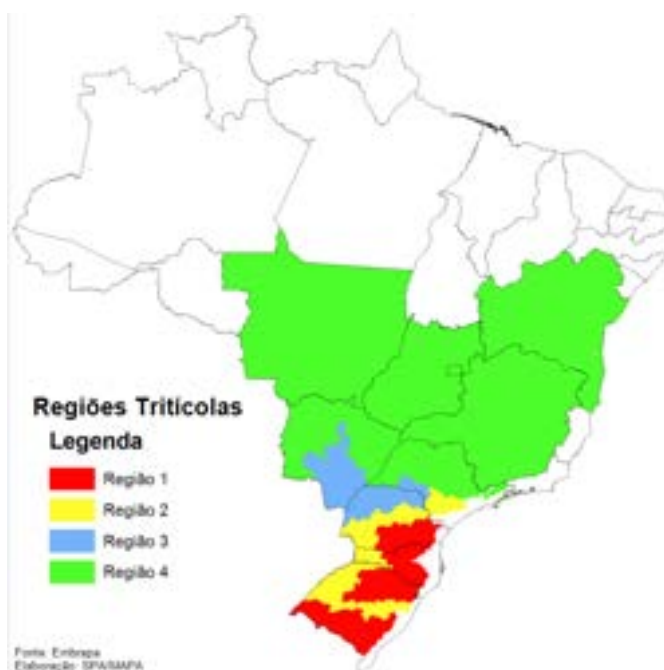
Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), de julho de 2017, houve um registro do aumento de 27 vezes na área plantada, passando de 3,3 mil

hectares para mais de 84 mil hectares, e a produção de 235.760 toneladas. De 2000 a 2018, as microrregiões localizadas no Campo das Vertentes, apresentaram elevado crescimento na produtividade nos primeiros anos de introdução da lavoura de trigo na região e, posteriormente, a produtividade estabilizou-se (RAMOS et al., 2021).

O trigo tropical cultivado nas regiões do Brasil Central, em especial em Minas Gerais, possui algumas vantagens, dentre elas, um alto padrão de qualidade para panificação, devido ao clima quente e seco; além de suprir a demanda local, com preços na alta da curva de variação anual, pois é colhido na entressafra dos Estados do Sul (MORI; SILVA, 2013). Além do mais, esta região destaca-se em uma série de vantagens com a inserção do mesmo no sistema de produção, como a supressão de plantas daninhas, de fungos e nematóides de solo, e aumento de produtividade na cultura de verão subsequente. O alto volume de palhada, além de suprimir plantas invasoras, pode melhorar a retenção de água no solo e a fertilidade (ALBRECHT et al., 2007; PIRES; VARGAS; CUNHA, 2011). Existem relatos indicando que a soja produz mais de vinte sacos quando na cultura de inverno tiver trigo ao invés de milho (YOKOYAMA et al., 2018). O trigo sequeiro apresenta alta qualidade dos grãos, com parâmetros fundamentais exigidos pelos moinhos para aquisição do trigo, como o peso do hectolitro superior ao padrão de 78 kg/hL, além dos grãos possuírem número de queda superior a 250 segundos (CONDÉ et al., 2013).

Segundo Albrecht et al, 2007, os principais limitantes para o cultivo do trigo sequeiro na safrinha, são os possíveis déficits hídricos, a ocorrência de altas temperatura durante o ciclo, e a janela de plantio que pode favorecer epidemias de doenças de difícil controle, como manchas foliares e principalmente a Brusone. De acordo com a tese de Pasinato, 2017, o principal entrave biótico para a expansão da área de cultivo do trigo na região central do Brasil (biomas Cerrado e Mata Atlântica) é a ocorrência de doenças, destacando a Brusone, difícil de ser controlada, e pode inviabilizar totalmente a produção em anos epidêmicos.

Figura 1- Divisão das Regiões Homogêneas de Adaptação de Cultivares de Trigo (RHACT), de acordo com o Ministério da Agricultura, Abastecimento e Pecuária (MAPA).



Legenda: Região 1: fria, úmida, alta; Região 2: moderadamente quente, úmida e baixa; Região 3: quente, moderadamente seca e baixa. Região 4: quente e seca - Cerrado. Fonte: Embrapa.

2.2 Brusone no Trigo

2.2.1 Histórico da Brusone do Trigo

A brusone da espiga do trigo é uma doença causada pelo patógeno *Pyricularia oryzae* patótipo *Triticum* (PoTl) (CERESINI et al., 2018; GLADIEUX et al., 2018). A brusone foi identificada pela primeira vez no Brasil, mais especificamente no estado do Paraná em 1985 (IGARASHI et al., 1986). Em seguida, o patógeno se disseminou rapidamente para outras regiões tritícolas do país: São Paulo (IGARASHI, 1990), Rio Grande do Sul (PICININI; FERNANDES, 1989), Mato Grosso do Sul (GOULART; PAIVA; MESQUITA, 1990), Goiás (PRABHU; FILIPPI; CASTRO, 1992) e o cerrado do Brasil Central (ANJOS et al., 1996).

A epidemia se expandiu por grande parte da América do Sul, destacando-se Bolívia, Paraguai, Argentina, Uruguai (CERESINI et al., 2018). Porém, a brusone do trigo não está restrita somente ao continente americano, ela foi também relatada no sudoeste da Ásia – Índia e Bangladesh, países que apresentam características climáticas semelhantes às do Brasil Central (ISLAM et al., 2016, 2019; MALAKER et al., 2016). Mais recentemente, a brusone foi também relatada no sul da África, em Zâmbia, em 2018 (TEMBO et al., 2020). Provavelmente, a introdução da brusone fora do continente americano deve-se principalmente a exportações de lotes de sementes brasileiras contaminadas com o patógeno (CERESINI et al., 2018).

A brusone do trigo provocou muitos danos na década de 90. Maiores perdas foram constatadas nos anos de 1991 e 1992 por Goulart, Paiva e Mesquita (2000), onde a brusone reduziu em 51 % o rendimento de grãos. Na safra de 2005, Urashima et al. (2009) verificaram incidência de 76,2% e redução na produtividade de 32,2% na cultivar BRS 208 na região de Itapeva/SP. Na safra de 2009, alguns produtores do Brasil Central tiveram perda de quase 100% no rendimento de grãos, devido à elevada precipitação e aumento da temperatura na fase de espigamento/florescimento, além do grande número de hospedeiros alternativos na região (TORRES et al., 2009).

No final do mês de abril de 2019, pesquisadores da Embrapa Trigo foram notificados quanto à presença de sintomas típicos de brusone tanto nas espigas quanto nas folhas do trigo em regiões do Brasil Central. Percorreram 18 lavouras, analisando fenotipagem e recolheram 27 amostras para isolamento em laboratório. Os resultados obtidos com o crescimento de fungos a partir das lesões das folhas detectaram a presença de *Pyricularia oryzae*, nestas amostras. Concluíram que a epidemia no campo foi favorecida pelas condições climáticas do ciclo, destacando-se a umidade elevada e temperatura mínima acima de 15°C (EMBRAPA, 2019). Nos anos de 2020 e 2021 houve baixa pressão do patógeno em campo, infere-se que é devido às menores médias de precipitação no ciclo, em relação às dos anos anteriores (MACIEL, 2022).

2.2.2 Etiologia

A brusone da espiga do trigo é uma doença causada por *Pyricularia oryzae* (Cook) Sacc. (sin. *Magnaporthe oryzae* (Hebert) Barr.), um fungo ascomiceto que infecta mais de 50 espécies de gramíneas, incluindo o arroz e o trigo (Ou, 1985).

Gladieux et. al (2018), através do sequenciamento do genoma inteiro de 76 isolados de *P. oryzae*, provenientes de 12 gêneros de gramíneas e cereais, realizaram análises de fluxo gênico, a inferência de subdivisões populacionais revelou múltiplas linhagens divergentes dentro de *P. oryzae*, associadas ao gênero do hospedeiro. Portanto, a linhagem associada ao gênero *Triticum*, é *Pyricularia oryzae*, patótipo *Triticum* (PoTI) (CERESINI et al., 2018; GLADIEUX et al., 2018).

A fase sexuada *M. oryzae* pertencente à classe Ascomycetes e a ordem Diaporthales, apresenta peritécio escuro, globoso, pescoço comprido, cilíndrico, ligeiramente projetado, ou não, acima da bainha foliar; ascos unitunicados, de parede fina, ascósporos longos, fusiforme, curvos, septados, hialinos ou cor de marrom-amarelado na maturidade e paráfises parcialmente gelatinosas na maturidade (PUCHIO; MUCHOVEJ, 1994). Sob condições de campo, os peritécios são difíceis de serem encontrados (PAGANI, 2011).

Na fase assexuada, os conídios, são produzidos isoladamente nos conidióforos e são piriformes, obclavados, de base circular e ápice fino, podendo ser hialinos ou levemente escuros, com pequeno hilo na base. Os conídios medem 17 J..Lma 23 J..Lm de comprimento por 8 J..Lm a 11 J..Lm de largura e, quando estão maduros, possuem tipicamente três células (CASTROAGUDIN et al., 2016; CROUS et al., 2016; KLAUBAUF et al., 2014).

2.2.3 Sintomatologia

Os sintomas são mais comuns na espiga, contudo podem aparecer nas folhas na forma de lesão elíptica no sentido das nervuras, de coloração que varia de branco a castanho claro no centro, com margens avermelhadas e progride para coloração enegrecida com o avanço da doença (TAKAMI, 2011) (Figura 2).

Geralmente, estas lesões são esporulativas, ou seja, sob condição ambiental adequada, pode ocorrer a formação de esporos nas lesões, porém, observou-se que sob condições de campo, dificilmente verificou-se estes sinais em folhas de trigo (LAU et al., 2011).

Figura 2- Sintoma de brusone na folha de trigo: lesão elíptica com bordos avermelhados e centro claro.



Fonte: Da autora (2021).

A infecção da espiga é extremamente destrutiva, pois o patógeno provoca o estrangulamento da inflorescência, devido ao surgimento de lesão preta na ráquis e consequente secamento da espiga a partir do ponto de infecção inviabilizando o enchimento dos grãos (CRUZ, et al., 2009; TAKAMI, 2011). Acima do local de infecção do patógeno na ráquis, onde se observa um ponto de escurecimento, haverá a descoloração das espigas e espiguetas, e a má formação dos grãos, devido à interrupção na translocação de água e

nutrientes (CHAGAS et al., 2021). Quando as espigas são infectadas antes do início da maturação, a identificação das mesmas fica mais fácil, devido ao contraste das cores palha (acima do ponto de infecção) e verde (abaixo do ponto de infecção) (COELHO, 2013) (Figura 3).

Figura 3- Sintomas de brusone na espiga de trigo.



Legenda: A: lesão preta na ráquis (ponto de infecção); B: contraste das cores palha (acima do ponto de infecção) e verde (abaixo do ponto de infecção); C: espigas enegrecidas na parcela experimental em campo; D: 20% da espiga tomada pelo patógeno; E: 80% da espiga tomada pelo patógeno; F: 100% da espiga tomada pelo patógeno. Fonte: adaptado de Figueiredo e Alves 2021.

Por consequência do processo infeccioso do patógeno, as espigas afetadas produzem grãos mal formados, menores e enrugados ou nem os produzem. Quando a infecção ocorre na inserção das espigas, logo depois do colmo, não há formação de grãos, e os danos

podem chegar a 100% (SANTANA; CHAVES, 2009; CERESINI et al., 2018).

2.2.4 Epidemiologia

O ambiente é o principal fator que influencia a ocorrência e a intensidade da brusone. Sendo que, as condições favoráveis para o desenvolvimento da doença são molhamento superior a 10 horas, temperatura próxima a 25 °C e deposição de orvalho por período prolongado, do início do emborrachamento até o final do enchimento de grãos (CARDOSO, 2006; SANTANA; CHAVES, 2009). No estudo de Cardoso 2006, a intensidade de doença superior a 85% foi detectada a 25 °C com 40 horas de molhamento. A presença de água livre no local é crucial para germinação do conídio, que irá colonizar o tecido produzindo toxinas de morte celular, com posterior penetração das hifas que se desenvolvem sobre o tecido morto (COELHO, 2013).

Além disso, após o monitoramento diário das temperaturas mínimas e das precipitações pluviais nos últimos cinco anos, e do aparecimento de sintomas da doença em parcelas experimentais semeadas do final de fevereiro ao início de abril, em Uberaba (MG), pôde observar que quando a temperatura mínima diária, está acima de 15° C, é favorável à infecção do patógeno (CHAGAS et al., 2021). Em contrapartida, temperaturas mínimas abaixo de 14 °C e umidade relativa menor que 60% contribuíram para redução da incidência da brusone em espigas de trigo em Patos de Minas (MG) (COELHO et al., 2015). Outros importantes fatores epidemiológicos que favorecem a brusone nos campos de trigo são: plantios adensados, espaçamentos menores que 17 cm, e baixa luminosidade (REUNIÃO..., 2022).

Entre as principais fontes de inóculo e formas de disseminação da brusone, destacam-se: sementes infectadas, vento, água, implementos não esterilizados, hospedeiros alternativos, plantas invasoras e restos culturais (COELHO, 2013). A disseminação do fungo para folhas primárias e coleótilos de plantas através das sementes apresenta uma taxa de transmissão de cerca de 3,5:1, sendo que, sob condições de temperatura ambiente, a completa inviabilidade do patógeno nas sementes de trigo pode ocorrer após um período de 12 meses a 22 meses (GOULART; PAIVA; MESQUITA, 1990; LASCA; KOHARA; KRUPPA, 1991; REIS; BLUM; FORCELINI, 1995). Urashima, Leite e Galbieri, (2007), através de estudos com isolados do patógeno em triticales, verificaram que a partir de uma fonte de inóculo primária os esporos podem ser disseminados por até 1.000 metros.

A brusone possui uma gama de espécies hospedeiras, segundo Ou (1985), mais de 50 espécies de gramíneas podem ser infectadas. Entre as cultivadas estão: arroz, milho, milheto, triticales, aveia, centeio e cevada (COELHO, 2013). E entre as plantas hospedeiras

estão *Brachiaria plantaginea* (Papuã) e *Setaria geniculata* (capim rabo de raposa), visto que, os isolados obtidos dessas espécies e isolados do trigo tiveram êxito na inoculação cruzada (URASHIMA; KATO, 1998). De acordo com resultados obtidos por Maciel et al. (2023), a partir da coleta de segmentos foliares lesionados de gramíneas e identificação de isolados PoT nas regiões de Londrina (PR), Patos de Minas (MG) e Uberaba (MG), outras plantas que destacam-se como hospedeiros intermediário e / ou fonte de inóculo para o patógeno são do gênero *Urochloa*.

2.2.5 Danos e perdas causados pela brusone do trigo

De acordo com Coelho (2013), nos cultivos do Cerrado sob condições de altas temperaturas, umidade relativa elevada e semeadura realizada mais cedo, além do potencial para disseminar em novas áreas, a brusone tem causado grandes danos e prejuízos aos triticultores.

A intensidade e quantidade de danos são correlacionadas com o momento da infecção e o ponto de penetração do fungo na ráquis, podendo afetá-la parcial ou totalmente (COELHO, 2013). Sendo que, espigas severamente infectadas, geralmente no início das fases de florescimento e enchimento de grãos, e com ponto de infecção mais próximo do colmo, podem morrer, resultando em grandes perdas de produtividade, podendo chegar à 100% (CERESINI et al., 2018b; MALAKER et al., 2016).

Além das perdas em produtividade, Coelho (2013) destaca os danos qualitativos dos grãos de trigo, comprometendo a panificação. Por exemplo, no caso de infecções no início das fases de florescimento e enchimento de grãos, se formados, resultará em grãos pequenos, deformados e com peso específico reduzido; a maioria destes, serão eliminados nos processos de colheita e beneficiamento.

2.2.6 Manejo integrado da brusone do trigo

No trigo, o controle de doenças foliares tem sido realizado de diferentes formas, incluindo táticas como o manejo integrado de doenças (MID). Mesmo aplicando o MID, a brusone do trigo tem sido uma doença de difícil controle no Brasil.

De acordo com Lau et al. 2011 entre as estratégias do manejo integrado destacam-se o plantio de cultivares com maiores níveis de resistência, a utilização de sementes sadias e tratadas, respeitar a janela de plantio, a rotação de culturas, a eliminação de hospedeiros alternativos e a utilização de fungicidas na parte aérea das plantas. No entanto, há alguns entraves para que essas medidas alcancem sucesso no controle da brusone do trigo.

Uma das dificuldades para o êxito da rotação de culturas é o fato do fungo *Pyricularia oryzae* ter uma ampla gama de hospedeiros (ANJOS et al., 1996; KATO et al., 2000). De acordo com as Informações Técnicas para Trigo e Triticale safra 2022, devido o trigo possuir grande volume de palhada e o patógeno sobreviver sobre os restos culturais, culturas com aveia preta, aveia-branca, nabo-forrageiro, canola, leguminosas, em geral, e brássicas podem serem empregadas em eventuais rotações de culturas.

Coelho e colaboradores, em 2010 e 2011 notaram que a fase de espigamento é o momento crucial do desenvolvimento do patógeno. Então, o ajuste da janela de plantio para que as espigas apareçam numa época mais fria com temperaturas abaixo de 15°C pode ser uma estratégia empregada (RURAL PECUÁRIA, 2017). Em regiões tropicais, no cultivo de trigo sequeiro, uma estratégia de escape para minimizar os danos causados pela brusone é evitar semeaduras na primeira metade do período como definido no Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC), publicado por meio de Portarias pela Secretaria de Política Agrícola do MAPA, por cultura e Unidade da Federação, contendo a relação de municípios indicados ao plantio e seus respectivos calendários de plantio ou semeadura (REUNIÃO..., 2022).

Em cultivares suscetíveis, o controle químico apresenta baixa eficiência, cerca de 50 % (COELHO et al., 2011). Visando uma maior eficiência no controle, torna-se necessário a realização de aplicações preventivas e com alcance do fungicida na ráquis, onde é o ponto de infecção inicial do patógeno (COELHO, 2013). De acordo com as Informações Técnicas para Trigo e Triticale safra 2022, a tomada de decisão para entrar com o controle químico deve ser realizada com análise agrometeorológica, podendo utilizar o aplicativo da Embrapa Trigo - SISALERT, e análise econômica. Fica oneroso o controle em anos de “El Niño”, pois é comum alta incidência, com cerca de 75 a 100% das espigas infectadas, portanto, apresenta baixo rendimento de grãos. Já, em anos de "Lá Niña" ou neutros geralmente a incidência é baixa ou média, até 25% e de 25 a 75%, respectivamente, então, as aplicações poderão assegurar boas estimativas de rendimento de grãos e rentabilidade da lavoura.

Em ensaios à campo, realizando três aplicações com intervalos de 7 a 10 dias, os fungicidas mais eficientes no controle da brusone são os que contém mancozebe em sua composição (mancozebe, mancozebe + azoxistrobina, mancozebe + tiofanato-metílico). A primeira entrada faz-se no início do espigamento, com aproximadamente 25% das espigas expostas, e as demais, realizando apenas se compensar economicamente (REUNIÃO..., 2022).

O controle genético, com o uso de cultivares resistentes à brusone é o melhor método de controle, pois é economicamente viável e ambientalmente correto (ROCHA et al., 2014). Porém, a falta de materiais com considerável nível de resistência, principalmente registrados para região do Cerrado, torna-se um desafio para os programas de melhoramento

genético (ALBRECHT et al., 2007).

Cruz et al (2016) identificaram em genótipos a relação entre maiores níveis de resistência com a presença de um segmento da translocação cromossômica oriundo de uma espécie de trigo selvagem *Aegilops ventricosa* (Zhuk.) Chennav. Um fragmento de cromossomo (2NS) de *A. ventricosa* foi transferido para o genoma (braço curto do cromossomo 2A) para a linhagem de trigo VPM1 (MAIA, 1967). Essa linhagem foi muito utilizada em cruzamentos, principalmente no CIMMYT, que geraram os genótipos bases para programas de melhoramento no Brasil: na Embrapa Trigo, OR Melhoramento de Sementes e Biotrigo Genética (EMBRAPA, 2022).

Melhoristas utilizam para a seleção de resistência com 2NS/2AS o uso de marcadores moleculares e fenotipagem. O patógeno possui alta variabilidade genética, portanto, além da presença da translocação, a obtenção de cultivares com resistência durável depende de outros genes e do ambiente onde se realizam as avaliações (CRUZ et al., 2016; FERREIRA et al., 2017; PIZOLOTTO et al., 2017).

Um dos estudos para avaliar a resistência de genótipos de trigo em Minas Gerais foi realizado em 2013 no município de Patos de Minas, através de parcerias da Embrapa Trigo e Epamig. No trigo irrigado, avaliou-se a incidência de brusone em duas épocas de semeadura (março e maio) e em 14 genótipos (10 linhagens oriundas do CIMMYT (EP062043; EP063030; EP063044; EP063053; EP063065; EP063134; EP064021; EP064026; EP066055 e EP066066), e 4 cultivares (MGS Aliança, MGS Brilhante, BRS 264 e CD 108). Os resultados indicaram queda no rendimento e qualidade de grãos na primeira época, pois, devido à menor média de temperaturas mínimas durante o ciclo, a incidência de brusone nesta, foi superior a da segunda época. Apenas na primeira época houve diferença significativa na incidência, sendo que os genótipos com as menores foram: MGS Brilhante, BRS 264, EP063030, EP063044, EP064026, EP066055 (COELHO et al., 2015).

Durante a 11ª Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale (11ª RCBPTT), realizada em Cascavel, PR, de 25 a 27 de julho de 2017 (REUNIÃO..., 2018), foi proposto o estabelecimento de uma rede de ensaios cooperativos sob condições de campo para avaliar a reação à brusone de espigas nas cultivares de trigo registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento 4 Circular Técnica 56 (MAPA) e indicadas para cultivo no Brasil pela Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale (CBPTT).

Em 2018, sementes de quarenta e duas (42) cultivares foram enviadas para os executores responsáveis em cada local de condução dos ensaios. Em 2019, esse número baixou para trinta e nove (39), porque não foi possível obter sementes de três das cultivares que haviam sido avaliadas em 2018 (CD 108, CD 117 e CD 1550), com exceção da Embrapa Cerrados que manteve as 42 cultivares, pois multiplicou as sementes. Vários fatores

provocaram a dificuldade de gerarem resultados para serem submetidos à análises estatísticas, tais como, impossibilidade de instalação do experimento de forma adequada, baixa incidência da doença e ausência de avaliação da doença nos momentos mais apropriados (MACIEL et al., 2019).

Com a seleção das cultivares do ensaio anterior, o número de cultivares avaliadas em 2020 e 2021 variou de 13 a 16, dependendo do local do ensaio. Dentre elas temos: ORS Feroz, ORS 1401, ORS Senna, ORS Destak, ORS Guardiã, ORS 1403, BRS 264, BRS 404, BR 18 - Terena, TBIO Aton, TBIO Audaz, TBIO Duque, TBIO Sossego, TBIO Mestre, TBIO Sonic, CD 116, BRS Graúna, MGS Brilhante (MACIEL et al., 2022).

Na safra de 2021, em Lavras e Ijaci, foi realizada a avaliação de 16 cultivares nas redes de ensaio, sendo elas: ORS Feroz, ORS 1401, ORS Senna, ORS Destak, ORS Guardiã, ORS 1403, BRS 264, BRS 404, BR 18 - Terena, TBIO Aton, TBIO Audaz, TBIO Duque, TBIO Sossego, TBIO Mestre, TBIO Sonic e CD 116. Já, na safra de 2022 em Ijaci, removeu as 3 últimas cultivares e adicionou: TBIO Astro, TBIO Trunfo e TBIO Blanc. Parte dos resultados das safras de 2021 e 2022 serão apresentados neste trabalho.

3 OBJETIVO

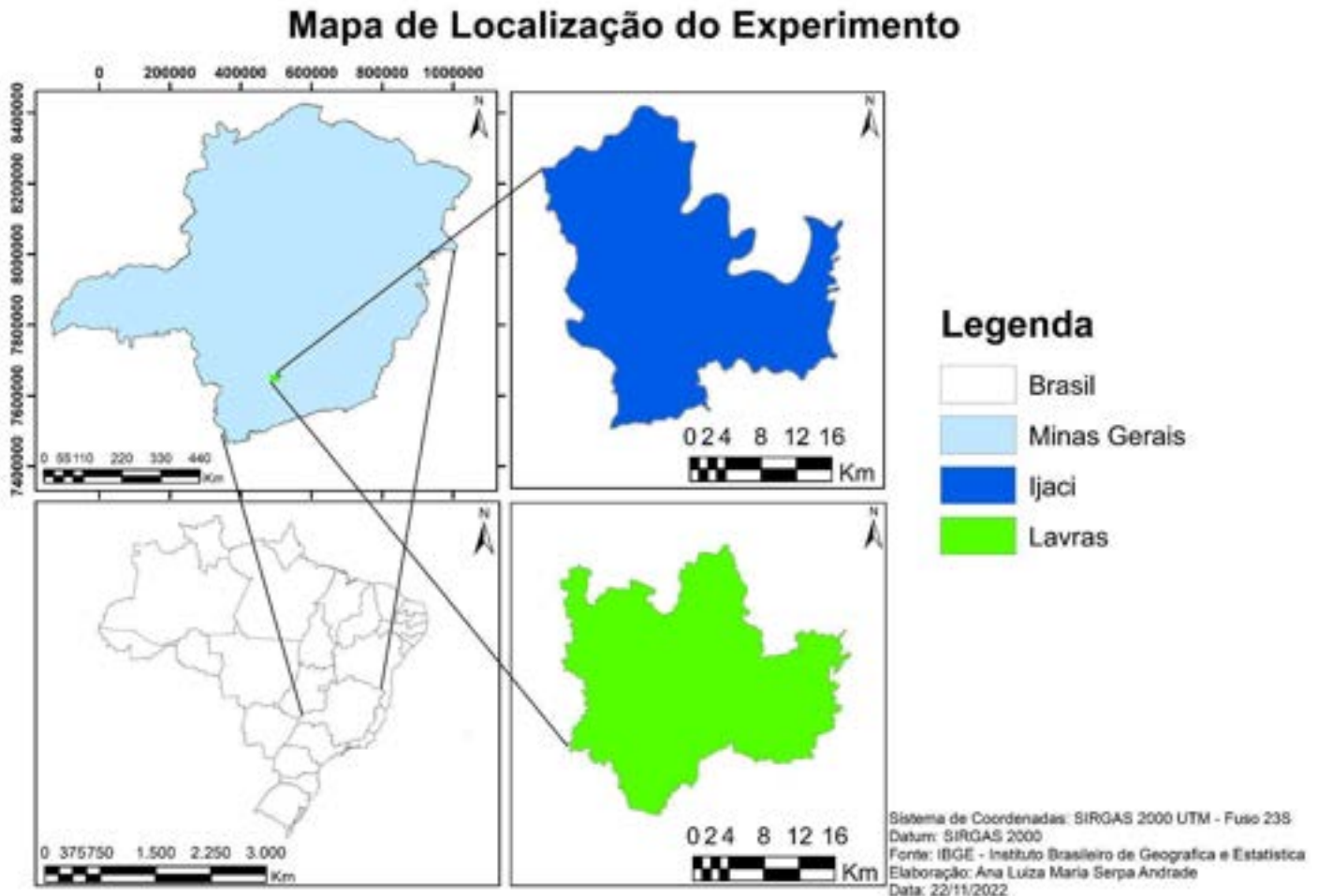
Avaliar a resposta de diferentes cultivares de trigo visando quantificar a resistência à brusone da espiga de trigo na região Sul de Minas Gerais / Campo das Vertentes.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Localização

Para maior representatividade, foram implantados três experimentos. Na safra de 2021, foram instalados dois experimentos nas Fazendas Experimentais da UFLA, um em Lavras-MG (Fazenda Muquém) e outro, em Ijaci (CDTT - Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia) (Figura 4). Na safra de 2022, o experimento foi realizado apenas em Ijaci no CDTT. Ambos locais estão situados na região Sul de Minas Gerais, Campo das Vertentes, e pertencem a região tritícola 4, quente e seca, de acordo com a divisão das Regiões Homôneas de Adaptação de Cultivares de Trigo (RHACT) (BRASIL, 2001, CUNHA et al., 2006).

Figura 4 - Mapa de localização do experimento, em destaque os municípios de Lavras, onde localiza a Fazenda Muquém e o de Ijaci, onde localiza o CDTT.



4.2 Tratamentos

Treze cultivares de trigo foram testadas nas safras de 2021 e 2022 (Tabela 1). Essas cultivares foram selecionadas tomando por base os resultados obtidos na RECORBE em anos anteriores.

Tabela 1: Tratamentos e cultivares com classificação de reação à Brusone, utilizadas nas safras 2021 e 2022.

Tratamento	Cultivares	Reação à brusone**
1	ORS Feroz	MR
2	ORS 1401	R
3	ORS Senna	MR
4	ORS Destak	MR
5	ORS Guardiã	MR
6	ORS 1403	MR
7	BRS 264	S
8	BRS 404	MS
9	BR 18 - Terena	R
10	TBIO Aton	MR
11	TBIO Audaz	MR/R
12	TBIO Duque	MR/R
13	TBIO Sossego	MR/R

*Segundo informação do CBPTT ** (R: resistente; MR: moderadamente resistente; S: suscetível; MS: moderadamente suscetível.)

4.3 Condução dos experimentos

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados com quatro repetições e 13 tratamentos, totalizando 156 parcelas, nos três experimentos e nas duas safras (2021 e 2022). Dois experimentos foram implantados em 2021, um na Fazenda Muquém no dia 09 de fevereiro e o outro no CDTT no dia 10 de fevereiro. Em 2022, o terceiro experimento foi implantado no dia 16 de fevereiro.

As parcelas experimentais foram compostas de 5 linhas espaçadas de 0,20 metros totalizando uma área de 5 m². As sementes foram tratadas com Standak Top (200mL/100kg sem.) e Baytan (250 ml/100kg sem.). A densidade de semeadura foi de 104 sementes/metro linear da cultivar TBIO Aton e de 80 sementes/metro linear para as demais cultivares.

Os tratos culturais como adubação, controle de insetos e ervas daninhas, utilizados na condução dos experimentos foram conduzidos conforme descritos por CBPTT (REUNIÃO..., 2018) e após atingirem a fase de maturação, foi realizada a colheita do último experimento.

Foram realizadas avaliações semanais da incidência de brusone (%) nas espigas a partir do início do espigamento (49 da escala de Zadocks) até as plantas atingirem a fase de “grão em massa mole” (83 da escala de Zadocks) (ZADOCKS et al., 1974). Foi considerado um ponto amostral por parcela, constituído por uma linha de cultivo, contendo aproximadamente 100 espigas. Este ponto amostral foi de 1 metro linear e com bordaduras laterais e nas extremidades das parcelas de, pelo menos, uma linha e 0,5 m, respectivamente. Após a primeira avaliação, a linha amostral foi marcada e as avaliações subsequentes foram realizadas sempre no mesmo local, o que permitiu acompanhar o progresso da doença ao longo do tempo.

Além da incidência de brusone, também foram avaliadas as variáveis:

- i) Altura de plantas (cm): foram tomados dados de altura de 3 plantas por parcela, considerando a altura do solo até o ápice da espiga, desconsiderando as aristas;
- ii) Altura da folha bandeira (cm): foram tomados dados de altura de 3 plantas por parcela, considerando a altura do solo até a inserção da lâmina/ bainha foliar da folha bandeira no colmo;
- iii) Teor de clorofila: utilizando o clorofilômetro KONICA MINOLTA® SPAD 502 plus, foram tiradas 3 medidas do índice SPAD por parcela, efetuadas apenas com o fechamento da cabeça de medição sobre a folha bandeira, de 3 plantas diferentes. O teor de clorofila apresenta alta correlação com o índice SPAD (Soil Plant Analysis Development), por meio da comparação de dois espectros luminosos, do infravermelho e vermelho, estima a quantidade de nitrogênio assimilada pelas plantas durante o desenvolvimento da cultura (Yokoyama et al., 2018).
- iv) Rendimento de grãos (kg/ha): aferiram-se o peso total dos grãos colhidos de cada parcela, realizando-se a correção das linhas úteis (que apresentaram plantas na densidade esperada), assim, foi contabilizada a produtividade da parcela de 5 m². Posteriormente, fez-se a correção da produtividade para a umidade padrão de 13% e para quilogramas por hectare.
- v) Peso de Mil Grãos (g): ainda na pós-colheita, foram aferidos o peso de 3 contagens de cem grãos em cada parcela, fazendo-se a média e transformando para o peso de mil grãos.
- vi) Umidade dos grãos (%): utilizando o medidor de umidade Gehaka® G650i, colocou-se uma amostra no recipiente até a tara do equipamento, depois, a amostra foi derramada no compartimento do medidor, que aferiu a umidade e mostrou-a no leitor digital.

4.4 Análise dos dados

Os dados de cada característica avaliada foram submetidos à análise de variância

(ANOVA) a um nível de 5% de probabilidade. Quando o valor de F da ANOVA foi significativo, a comparação das médias foi realizada por teste *Scott Knott* ($p \leq 0.05$). O software estatístico R Studio (versão 1.2.5033) e o pacote ExpDes.pt foram usados em todas as análises (FERREIRA; CAVALCANTE, 2009).

5 RESULTADOS

A ocorrência de brusone da espiga nos locais avaliados na safra 2021 e 2022 foi muito variável, em cada local e grau de resistência/suscetibilidade de cada cultivar testado. O valor máximo de incidência da doença foi de 64% (Figura 9). A maior incidência da doença foi observada em Ijaci, MG, na safra de 2021.

Em Ijaci, na safra 2022, no ensaio E1, a precisão experimental aferida pelo coeficiente de variação para as diferentes características foi de média/alta qualidade (Tabela 2). Com exceção da característica teor de clorofila, todas as outras variáveis apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. As médias de incidência e a produtividade foram baixas, com 1,4% e 622,8 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de variância de diferentes características avaliadas de trigo, obtidas em Ijaci, MG, na safra de 2022.

IJACI 2022		QM					
FV	GL	Altura Folha Bandeira (cm)	Altura Espiga (cm)	Incidência de Brusone(%)	Produtividade kg ha ⁻¹	PMS (g)	Teor de Clorofila
Tratamento	12	117,0**	175,6**	5,8*	157038**	63,3**	5,9
Repetição	3	23,7	69,5	0,5	83293,0	6,2	7,6
Erro	36	7,4	13,2	2,5	38570,0	2,1	8,0
CV (%)	-	8,7	8,3	16,3	21,1	4,9	5,4
Média Geral	-	31,3	44,0	1,4	622,8	28,8	52,9

*,**Significativo no teste F a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Para a altura da folha bandeira, houve diferença significativa ($p \geq 0,001$) variação de 22,5 cm a 39,3 cm, (Tabela 3). Para a altura da espiga, houve variação de 32,18 cm a 52,5 ($p \geq 0,001$)(Tabela 3). Para o PMG (peso de mil grãos) a variação foi de 24,8 grs a 35,3 grs ($p \geq 0,001$) (Tabela 3). A incidência nas diferentes avaliações variou de 0% a 4%, sendo que as cultivares BRS 264, ORS GUARDIÃO e BR 18 - Terena apresentaram maiores níveis de incidência da doença (Figura 6). As médias apresentaram diferença significativa ($p \geq 0,05$). Para produtividade, a variação foi de 211,3 a 791,3 kg ha⁻¹ ($p \geq 0,001$) (Figura 7). Os tratamentos que apresentaram maiores produtividades foram a ORS 1401, ORS Destak, ORS 1403, BRS 404, BR 18 - Terena, TBIO Aton e a TBIO Duque. Apesar da correlação entre

incidência e produtividade de pequena magnitude (Figura 5), observa-se que a maioria dos tratamentos com menor incidência da doença foram aqueles que apresentaram maiores produtividades.

Tabela 3. Comparação de médias de diferentes características avaliadas de trigo, obtidas em Ijaci, MG, na safra 2022.

Tratamento	Altura Folha		Altura Espiga	PMS	Teor de Clorofila				
	Espigamento	Bandeira							
	DAS	cm	cm	g					
ORS Feroz	50	23	d	35,3	c	30,5	b	53,57	a
ORS 1401	53	38,8	a	52,5	a	25	c	52,96	a
ORS Senna	49	22,5	d	32,1	c	34,3	a	51,83	a
ORS Destak	51	30,3	b	42,4	b	27	c	53,6	a
ORS Guardião	49	25,8	c	35	c	34,4	a	53,7	a
ORS 1403	53	37,6	a	51,4	a	24,8	c	53,49	a
BRS 264	48	28,8	c	46,9	b	28,3	c	49,68	a
BRS 404	50	39,3	a	52,3	a	30,1	b	54,55	a
BR 18 - Terena	49	31,2	b	47,7	b	35,3	a	53,35	a
TBIO Aton	51	31	b	44,1	b	27	c	52,25	a
TBIO Audaz	51	32,6	b	42	b	26	c	52,46	a
TBIO Duque	50	31,8	b	45,1	b	25,7	c	53,65	a
TBIO Sossego	53	33,8	b	45,6	b	26,5	c	52,96	a
MGT		31,27		44,03		28,84		52,93	

DAS: Dias Após Semeadura; MGT= Média Geral dos Tratamentos. Médias seguidas de letras iguais, na vertical, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Figura 5 - Correlação entre a produtividade de grãos e a incidência de brusone em espigas de trigo, obtidas em Ijaci, MG, na safra 2022.

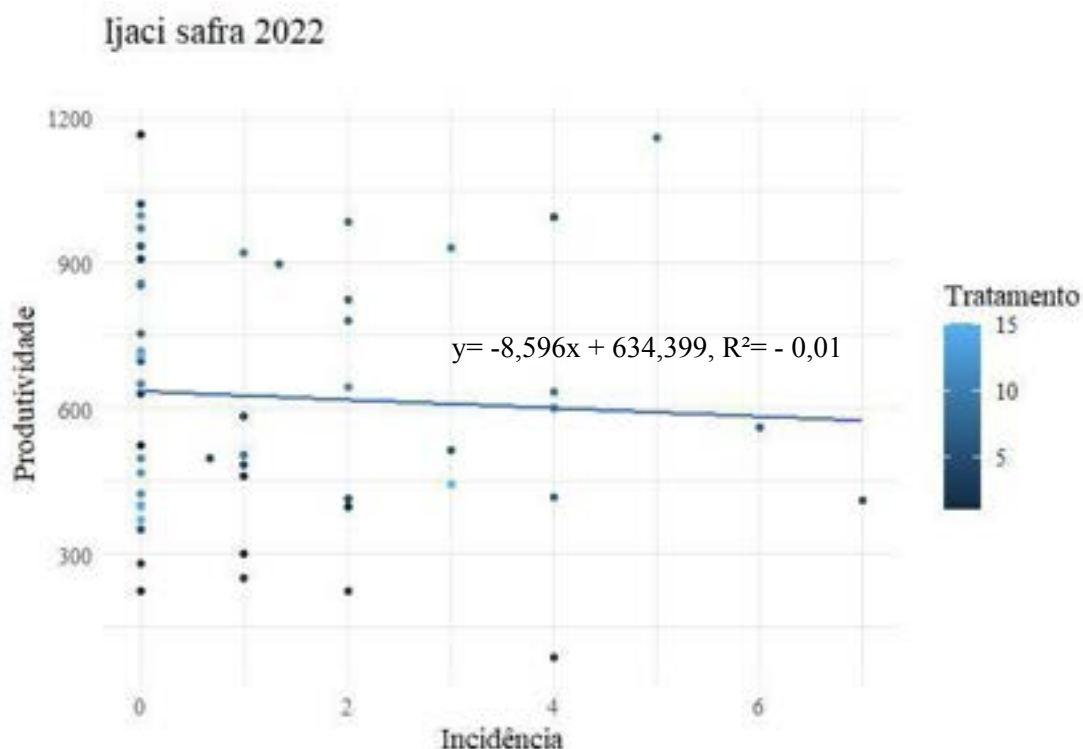


Figura 6- Distribuição em boxplot da incidência de brusone na espiga de trigo na safra de 2022 em Ijaci.

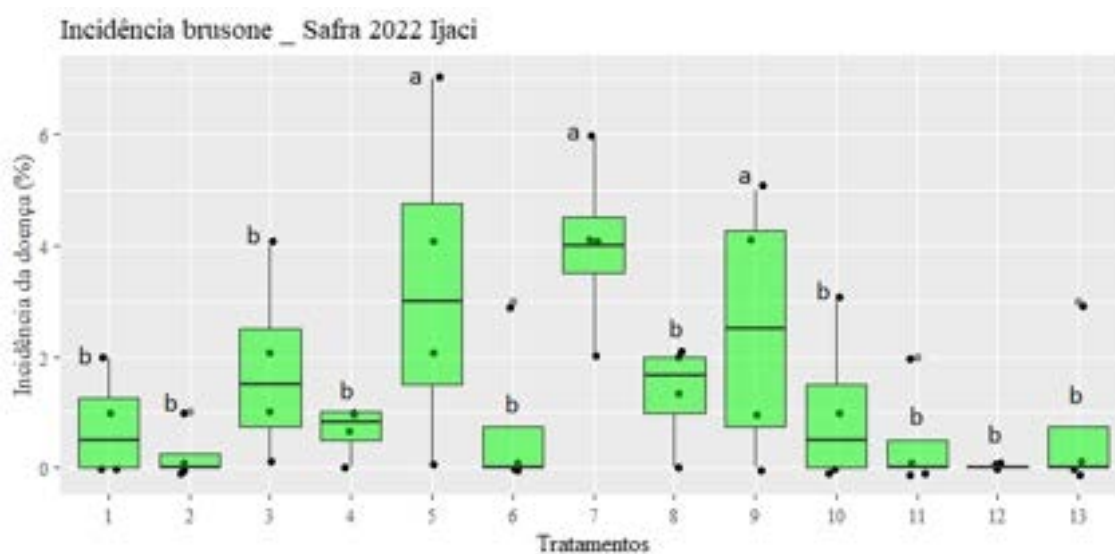
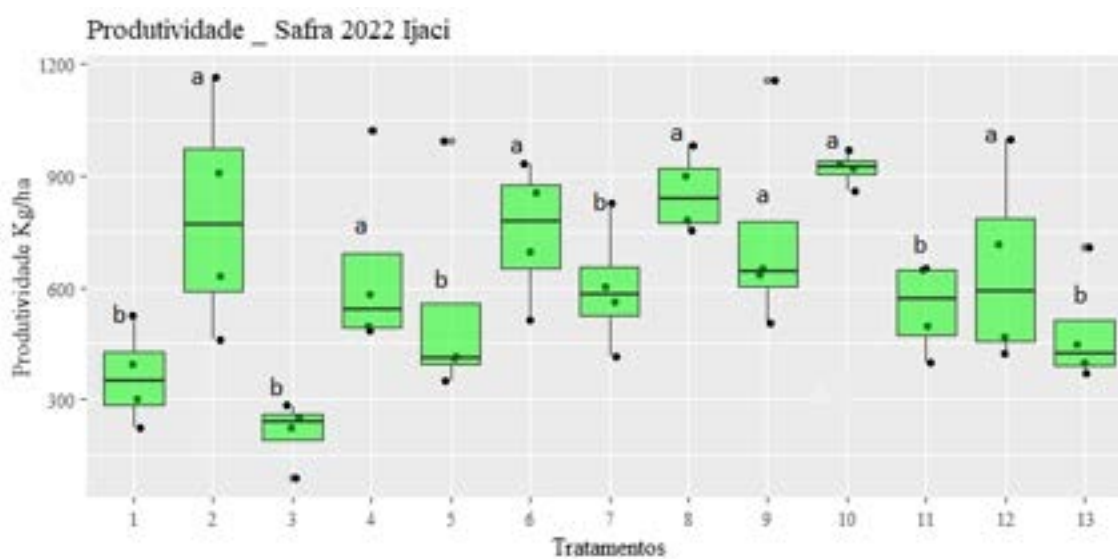


Figura 7 - Distribuição em boxplot da produtividade de trigo na safra de 2022 em Ijaci.



Em Ijaci, na safra 2021, no ensaio E2, a precisão experimental aferida pelo coeficiente de variação para as diferentes características foi de média/alta qualidade (Tabela 4). Com exceção da característica teor de clorofila, todas as outras variáveis apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. A média de incidência foi a mais elevada dentre os ensaios, sendo de 14,2% (Tabela 4).

Tabela 4. Análise de variância de diferentes características avaliadas de trigo, obtidas em Ijaci, MG, na safra 2021.

IJACI 2021		QM					
FV	GL	Altura Folha Bandeira (cm)	Altura Espiga (cm)	Incidência de Brusone(%)	Produtividade kg ha ⁻¹	PMS (g)	Teor de Clorofila
Tratamento	12	71,8**	85,9**	1033**	449621**	63,16**	10,4
Repetição	3	5,2	5,8	70,1	22562,0	6,6	20,2
Erro	36	9,8	14,7	37,7	147227,0	9,5	5,3
CV (%)	-	7,8	7,2	13,5	22,3	10,2	4,5
Média Geral	-	40,1	52,7	14,2	1096,1	29,9	50,8

*,**Significativo no teste F a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Para a altura da folha bandeira, houve diferença significativa ($p \geq 0,001$) entre os tratamentos, a variação foi de 33,2 a 50,9 cm (Tabela 5). Para a altura da espiga, houve diferença significativa ($p \geq 0,001$) entre os tratamentos, a variação foi de 42,5 a 61,8 cm (Tabela 5). Para o PMG (peso de mil grãos), houve diferença significativa ($p \geq 0,001$) entre os tratamentos, a variação foi de 25,3 grs a 37,6 grs (Tabela 5). A incidência nas diferentes avaliações variou de 2,5% a 63,3%, apresentando diferença significativa ($p \geq 0,001$), sendo que a cultivar BRS 264 obteve os maiores níveis (Figura 9). Para produtividade, houve diferença significativa ($p \geq 0,01$) entre os tratamentos, a variação foi de 703,4 a 1963,0 kg ha⁻¹ (Figura 10). Os tratamentos que apresentaram maior produtividade foram ORS Feroz e ORS Guardião (Tabela 5). A correlação entre incidência e produtividade é de negativa de pequena magnitude (Figura 8).

Tabela 5. Comparação de médias de diferentes características avaliadas de trigo, obtidas em Ijaci, MG, na safra 2021.

Tratamento	Altura Folha		Altura Espiga cm	PMS g	Teor de Clorofila				
	Espigamento DAS	Bandeira cm							
ORS Feroz	54	35,2	c	48,3	b	30,9	b	51,2	a
ORS 1401	55	41,3	b	52,6	b	28,3	b	49,2	a
ORS Senna	53	33,2	c	42,5	c	37,6	a	51,0	a
ORS Destak	55	41,4	b	52,9	b	28,3	b	48,6	a
ORS Guardião	54	39,3	b	50,3	b	36,9	a	54,2	a
ORS 1403	56	42,5	b	58,0	a	28,3	b	53,0	a
BRS 264	53	37,8	c	51,5	b	25,6	b	48,5	a
BRS 404	56	50,9	a	61,8	a	29,4	b	51,7	a
BR 18 - Terena	55	41,9	b	56,1	a	34,3	a	50,9	a
TBIO Aton	55	40,6	b	53,2	b	29,1	b	50,1	a
TBIO Audaz	55	39,7	b	51,7	b	27,8	b	50,4	a
TBIO Duque	55	40,5	b	54,3	b	27,1	b	50,9	a
TBIO Sossego	55	37,4	c	51,9	b	25,3	b	50,6	a
MGT		40,12		52,71		29,94		50,79	

DAS: Dias Após Semeadura; MGT= Média Geral dos Tratamentos. Médias seguidas de letras iguais, na vertical, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Figura 8 - Correlação entre a produtividade de grãos e a incidência de brusone em espigas de trigo, obtidas em Ijaci, MG, na safra 2021.

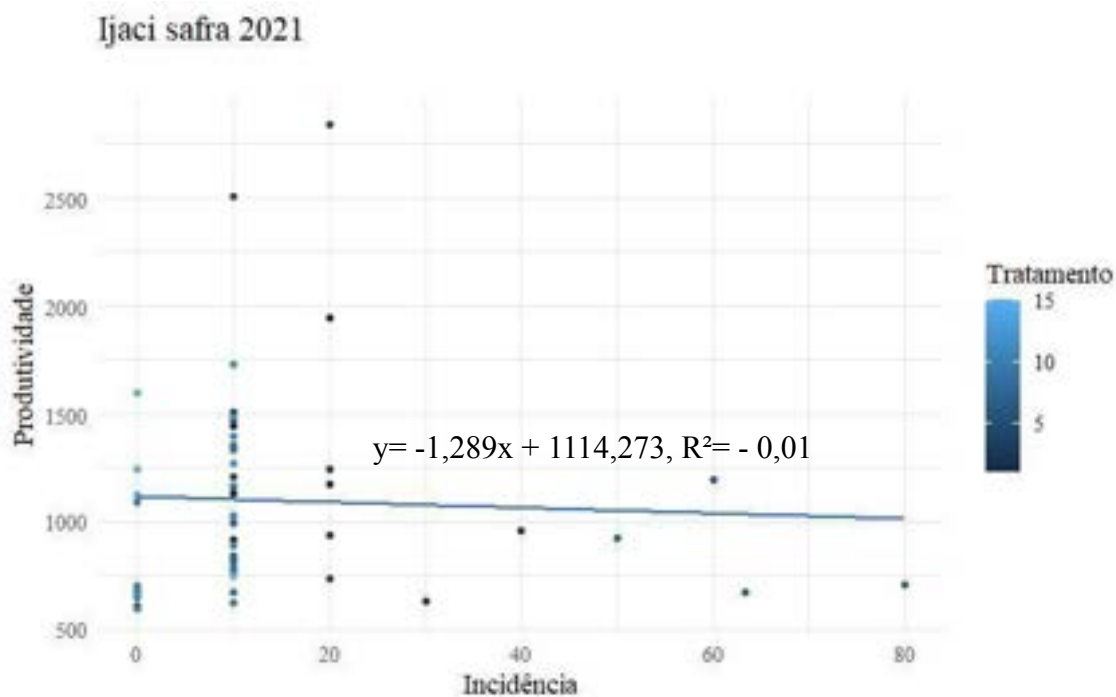


Figura 9- Distribuição em boxplot da incidência de brusone na espiga de trigo na safra de 2021 em Ijaci.

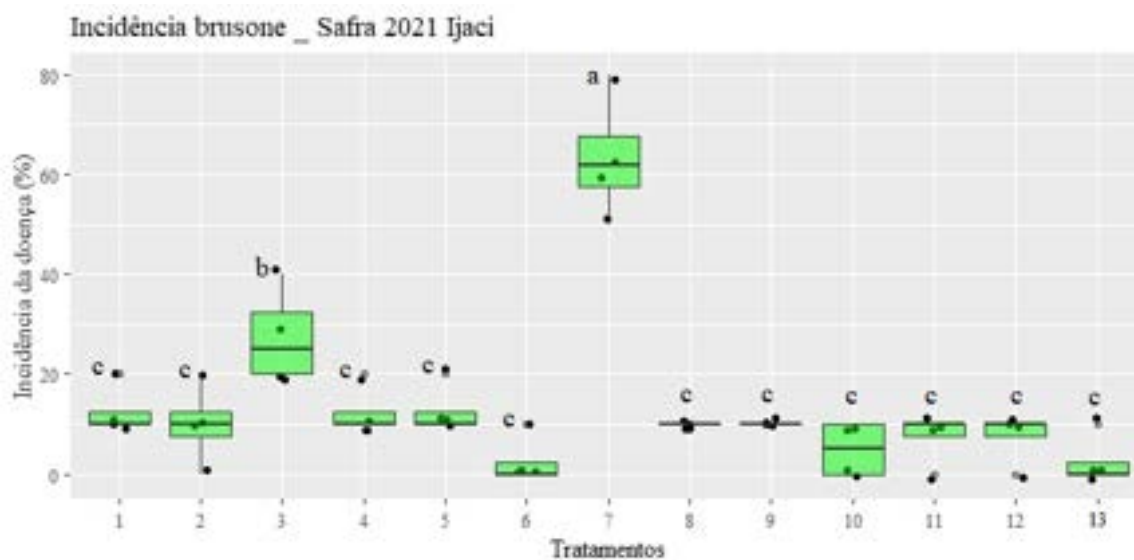
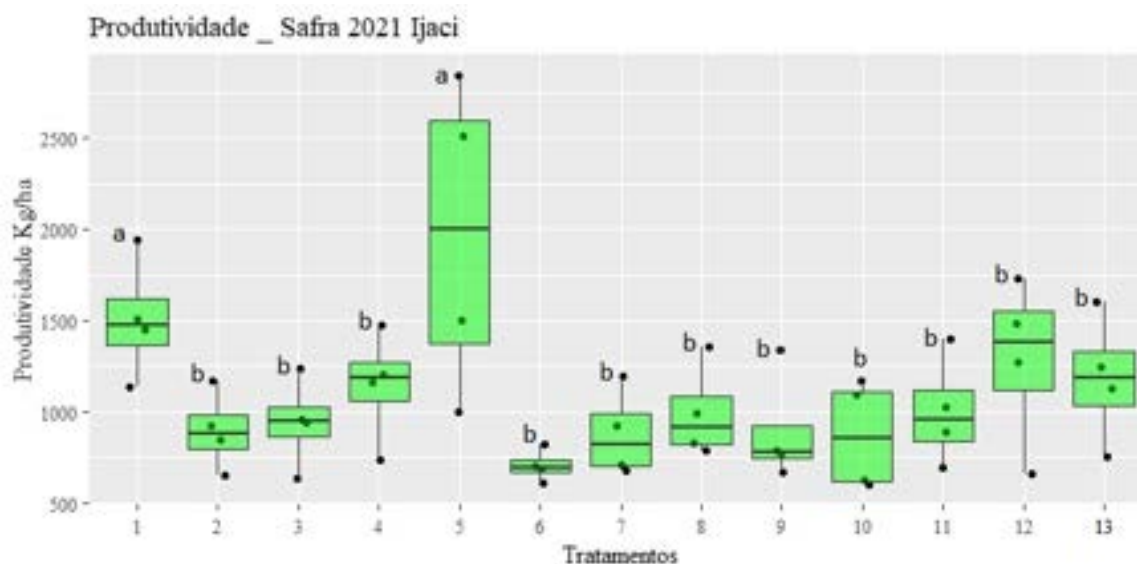


Figura 10- Distribuição em boxplot da produtividade de trigo na safra de 2021 em Ijaci.



Em Lavras, na safra 2021, no ensaio E3, a precisão experimental aferida pelo coeficiente de variação para as diferentes características foi de média/alta qualidade (Tabela 6). Com exceção das variáveis teor de clorofila e produtividade, as demais apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. A média de incidência foi baixa, sendo de 3,6% (Tabela 6).

Tabela 6. Análise de variância de diferentes características avaliadas de trigo, obtidas em Lavras, MG, na safra 2021.

LAVRAS 2021		QM					
FV	GL	Altura Folha Bandeira (cm)	Altura Espiga (cm)	Incidência de Brusone(%)	Produtividade kg ha ⁻¹	PMS (g)	Teor de Clorofila
Tratamento	12	46,7**	129,9**	63,1**	447338,0	158,6**	18,3
Repetição	3	26,3	37,2	12,2	625180,0	2,6	3,4
Erro	36	12,9	20,2	4,8	273141,0	5,1	9,4
CV (%)	-	9,1	8,4	14,2	23,0	6,7	6,1
Média Geral	-	39,4	53,5	3,6	1579,9	33,7	50,4

*,**Significativo no teste F a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Para a altura da folha bandeira, houve diferença significativa ($p \geq 0,01$) entre os tratamentos, a variação foi de 34,9 cm a 44,9 cm (Tabela 7). Para a altura da espiga, houve diferença significativa ($p \geq 0,001$) entre os tratamentos, a variação foi de 42,8 cm a 63,9. Para o PMG (peso de mil grãos) houve diferença significativa ($p \geq 0,001$) entre os tratamentos, a variação foi de 25,3 grs a 45,1 grs. A incidência nas diferentes avaliações variou de 0,5% a 12,5% ($p \geq 0,001$), sendo que as cultivares ORS Senna e BRS 264 apresentaram maiores níveis (Figura 12). Os tratamentos que apresentaram menor valor de incidência foram ORS Feroz, ORS 1401, ORS Destak, ORS 1403, TBIO Aton, TBIO Audaz, TBIO Duque e TBIO

Sossego (Tabela 12). Para produtividade não houve diferença significativa entre os tratamentos, porém apresentou a média maior dentre os ensaios, sendo de 1579,9 kg ha⁻¹ (Figura 13). Nesse caso a correlação entre incidência e produtividade foi positiva e de pequena magnitude (Figura 11).

Tabela 7. Comparação de médias de diferentes características avaliadas de trigo, obtidas em Lavras, MG, na safra 2021.

Tratamento	Espigamento	Altura Folha	Altura	PMS	Teor de Clorofila				
	DAS	Bandeira	Espiga						
	DAS	cm	cm	g					
ORS Feroz	46	38,1	b	52,6	b	35,8	c	48,7	a
ORS 1401	57	46,9	a	63,9	a	25,3	f	52,9	a
ORS Senna	44	34,9	b	42,8	b	40,3	b	47,9	a
ORS Destak	51	36,3	b	48,7	b	29,7	e	50,0	a
ORS Guardião	44	36,5	b	48,4	b	45,1	a	50,4	a
ORS 1403	57	41,9	a	61,2	a	28,5	e	52,7	a
BRS 264	44	39,8	b	53,3	b	33,0	d	45,4	a
BRS 404	54	44,9	a	58,9	a	35,1	c	52,9	a
BR 18 - Terena	50	39,6	b	57,3	a	44,7	a	50,6	a
TBIO Aton	54	38,1	b	51,8	b	31,6	d	50,3	a
TBIO Audaz	52	37,8	b	50,4	b	30,1	e	51,7	a
TBIO Duque	48	39,8	b	52,8	b	30,5	e	50,3	a
TBIO Sossego	57	38,0	b	54,6	b	27,9	e	51,2	a
MGT		39,43		53,59		33,67		50,37	

DAS: Dias Após Semeadura; MGT= Média Geral dos Tratamentos. Médias seguidas de letras iguais, na vertical, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Figura 11- Correlação entre a produtividade de grãos e a incidência de brusone de trigo, obtidas na Fazenda Muquém (Vitorinha), Lavras, MG, na safra 2021.

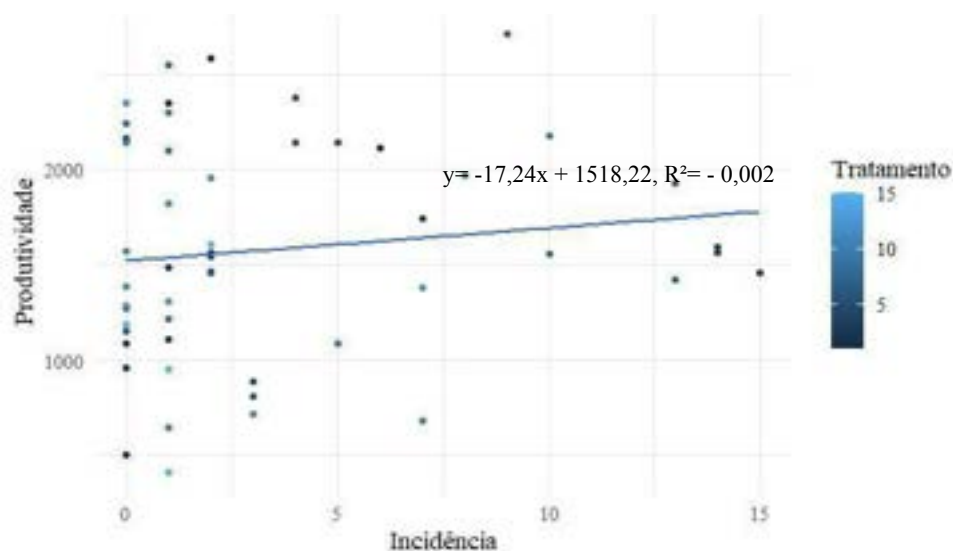


Figura 12- Distribuição em boxplot da incidência de brusone na espiga de trigo na safra de 2021 em Lavras.

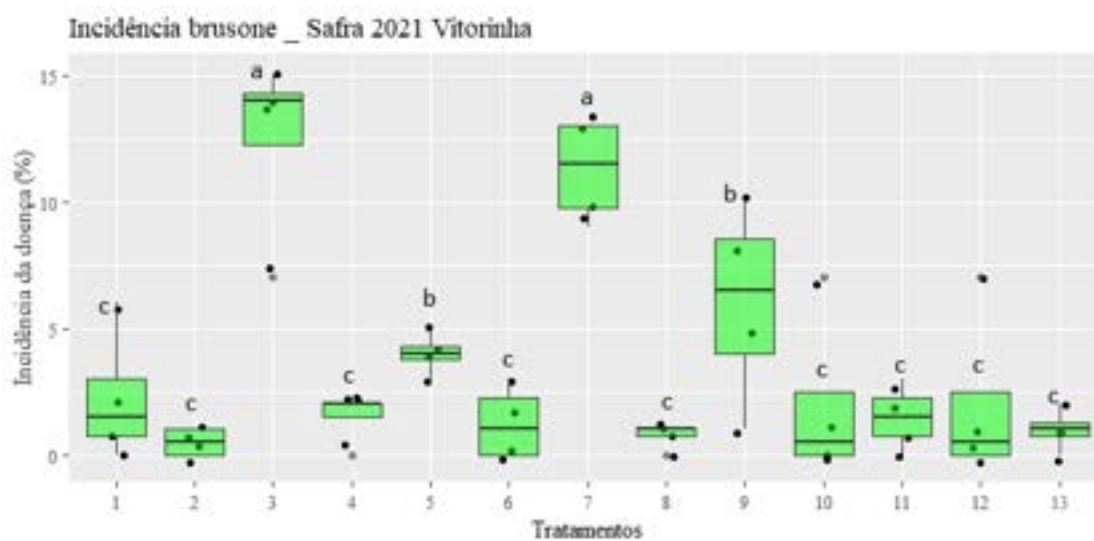
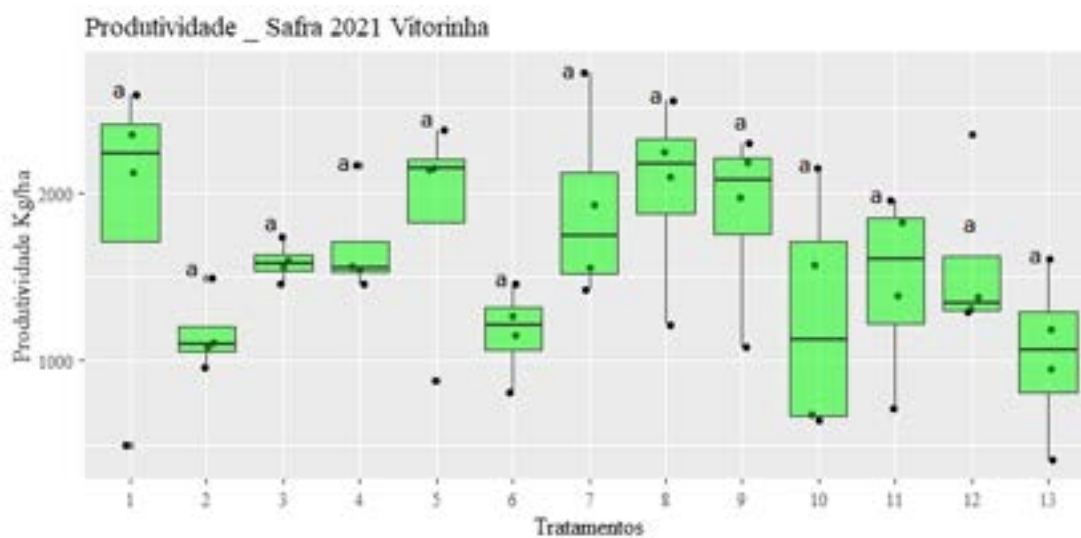


Figura 13- Distribuição em boxplot da produtividade de trigo na safra de 2021 em Lavras.



DISCUSSÃO

A brusone é uma doença típica de condições tropicais, o que tem sido colocado como o principal fator biótico que interfere na expansão do trigo nestas regiões brasileiras (PASINATO, 2017). A época de semeadura nas condições Sul-brasileiras difere da região tropical. Dessa forma o trigo na região tropical é considerado de segunda safra, ou denominado de “safrinha”. Nestas condições os produtores das regiões de Campo das Vertentes, Sul/Sudoeste e Oeste de Minas Gerais tendem a realizar a semeadura entre os meses de fevereiro a 10 de abril sem grandes riscos à produção, pois há a tendência de menor precipitação com o avançar do ano (EMBRAPA, 2021). Neste cenário, uma estratégia seria a antecipação de semeadura para melhor aproveitamento das chuvas, o que está diretamente ligado às melhores condições de desenvolvimento da brusone do trigo. De acordo com Coelho (2013), nos cultivos do Cerrado sob condições de altas temperaturas, umidade relativa elevada e semeadura realizada mais cedo, além do potencial para disseminar em novas áreas, a brusone tem causado grandes danos e prejuízos aos tricultores. Portanto, como não houve inoculação do patógeno a data de semeadura foi utilizada pensando em maximizar a incidência natural deste patógeno. Porém mesmo nesta circunstância observa-se que as médias de incidência da doença foram baixas, chegando ao maior valor médio em Ijaci na safra de 2021.

A brusone é uma doença que afeta diretamente a produtividade de grãos. Esses resultados ficam elucidados com os gráficos de correlação em Ijaci em ambos os anos, que apesar de apresentarem baixa magnitude, foram no sentido negativo. Já no experimento de Lavras em 2021 ocorreu o oposto, ou seja, a maior incidência da doença foi correlacionada positivamente com o incremento de produtividade de grãos. Para explicar esse fato observa-se que a incidência do patógeno foi baixa e nesta situação não foi suficiente para influenciar negativamente a produtividade de grãos. Além disso, não houve diferença significativa para a característica produtividade de grãos.

Não só a produtividade de grãos é afetada pela brusone, mas também os quesitos de qualidade. Sendo assim, observa-se que o PMG (Peso de Mil de Grãos) que reflete um dos componentes de produtividade e também em algumas situações remete-se a qualidade foi afetada pela incidência de brusone. No caso de Ijaci em 2021 observa-se uma correlação negativa de baixa magnitude e nos demais uma correlação positiva de média magnitude. Nesta situação, nossa hipótese é que com a incidência de brusone, aparentemente os demais grãos da espiga tendem a apresentar um maior peso, como um fator de compensação.

Tem sido muito comentado sobre algumas variações de manejo e sua

consequente relação com a incidência de brusone da espiga. Neste caso, optou-se por avaliar o teor de clorofila das parcelas para se correlacionar com a incidência de brusone. Observa-se que para nenhum experimento houve variação, ou diferença significativa para esta característica, e quando analisadas as correlações entre incidência de brusone e teor de clorofila, em todos os experimentos a correlação foi negativa de média/alta magnitude, ou seja aqueles genótipos que estão com maior teor de clorofila apresentaram menor incidência de brusone. Característica que no caso de arroz já é o oposto, pois apresenta correlação linear e positiva, ou seja, quanto maior a incidência maior o teor de clorofila (SILVA-LOBO et al., 2012). Além do mais, não encontramos na literatura trabalhos que avaliam esta correlação de incidência de brusone e teor de clorofila em trigo, o presente trabalho é pioneiro para tal.

Na região deste estudo predomina no mercado o uso da cultivar BRS 264 (PÁDUA et al., 2022). Esta é uma cultivar que apresenta algumas características de interesse dos produtores, mas principalmente dos moinhos, ou compradores (EMBRAPA, 2021). Apesar disto, esta cultivar apresenta suscetibilidade à brusone, fato este comprovado pelos resultados obtidos nos experimentos realizados (REUNIÃO..., 2022). Sendo assim, é recomendada para cultivo apenas no fim da janela de semeadura, o que faz com que a semeadura de trigo em épocas de abertura de janela seja inviável. Dessa forma tem-se buscado alternativas em termos de cultivares com maior resistência à brusone para o posicionamento do cultivo de trigo em abertura de janela com maior segurança. Com base nisso, pode-se observar que existem cultivares que apresentaram maior resistência à brusone da espiga quando comparadas à BRS 264 e que podem ser uma opção neste cenário de cultivo de trigo. Esta ação, entretanto, está diretamente ligada à aceitação dos moinhos na comercialização de diferentes cultivares de trigo (PÁDUA et al., 2022).

A cultivar BRS 264, apresentou elevadas porcentagens de incidência de brusone nos três ensaios, em comparativo com as demais, essa cultivar é uma cultivar classificada como sendo do ciclo precoce e juntamente com a cultivar ORS Senna são as cultivares de menor ciclo avaliadas. Ambas as cultivares estiveram entre as que apresentaram maior porcentagem de incidência de brusone nos três experimentos. Uma das questões que surgem, neste cenário, é se o ciclo poderia estar ligado à maior incidência de brusone? Neste sentido é exatamente o que observa-se com os resultados, devido o espigamento coincidir com as temperaturas e teor de umidade mais elevados durante o ciclo de desenvolvimento.

As cultivares, considerando os diferentes ensaios realizados, que apresentaram as menores porcentagem de incidência de brusone e maiores produtividades foram: ORS 1401, ORS 1403, ORS Destak, TBIO Duque, TBIO Aton e BRS 404. Chama atenção, que a maioria das cultivares são de origem de obtentores que estão situados na região Sul do País e mesmo assim têm tido maior sucesso no desenvolvimento de cultivares com maior resistência

à brusone da espiga do que a Embrapa que está localizada na região Central do Brasil. Estas seis cultivares vêm sendo avaliadas em outros ensaios que corroboram com os resultados aqui obtidos, com exceção da BRS 404 que tem se mostrado mais suscetível à doença (MACIEL et al., 2022). Destas seis cultivares, foram avaliadas e estão sendo cultivadas comercialmente na região em questão a ORS 1403, TBIO Aton e a TBIO Duque. A ORS 1403 é um cultivar de ciclo longo, enquanto a TBIO Aton e o TBIO Duque são cultivares de ciclo médio (REUNIÃO..., 2022). Ambas as cultivares têm sido recomendadas para abertura de semeadura na região, se mostrando boas opções para a diversificação de cultivares de trigo na região e consequentemente menor risco de incidência de brusone.

7 CONCLUSÕES

Existe diferença significativa para a resistência genética das cultivares avaliadas no Sul de Minas Gerais em relação à incidência de brusone da espiga. Comprovando-se que é um método de controle que compõe o sistema de manejo integrado.

Entre as cultivares avaliadas, com menor incidência de brusone nas espigas e maior produtividade, destacaram-se: ORS 1401, ORS 1403, ORS Destak, TBIO Duque, TBIO Aton e BRS 404.

Apesar da correlação entre incidência de brusone e clorofila não ter apresentado diferença significativa, observa-se que genótipos com maior teor de clorofila apresentaram menor incidência de brusone.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRECHT, J. C.; RIBEIRO JUNIOR, W. Q.; SILVA, M. S. **Cultivares de trigo para o Cerrado**. In: FALEIRO, F. G.; SOUSA, E. S. de. (Ed.). Pesquisa, desenvolvimento e inovação para o Cerrado, p. 61-68. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAC-2010/28569/1/faleiro-02.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2022.

ALVES, E.R. de A. *et al.* **Trigo, o difícil mas essencial pão nosso de cada dia: da dependência externa à autossuficiência**. Documentos Embrapa. 2022. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1144720/1/Trigo-o-dificil.pdf>

ANJOS, J. R. N. dos. *et al.* **Ocorrência de brusone (*Pyricularia grisea*) em trigo e centeio na região dos cerrados do Brasil Central**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 31, n. 1, p. 79-82, 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.º 3, de 31 de maio de 2001. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 07 jun. 2001.

CARDOSO, C A. A. **Desenvolvimento de um sistema de aviso para brusone do trigo causada por *Pyricularia grisea***. 84 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Faculdade de Agronomia e Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2006.

CARGNIN, A. **Progresso genético em 30 anos de melhoramento do trigo em Minas Gerais**. 2007. 61f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

CASTROAGUDÍN, V. L. *et al.* ***Pyricularia graminis-tritici*, a new *Pyricularia* species causing wheat blast**. *Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, v.37, p.199-216, 2016.

CERESINI, P. C. *et al.* **Wheat Blast: Past, Present, and Future**. *Annual Review of Phytopathology*, v. 56, p. 427-456, 2018.

CHAGAS, J.H. *et al.* **Tecnologia de produção de trigo sequeiro no Cerrado do Brasil Central**. Embrapa Trigo. Documentos, 195, 103p. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2021.

COELHO, M. A. O. **Manejo das principais doenças e pragas na cultura do trigo em regiões tropicais do Brasil**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 34, n. 274, p. 60-70, maio/jun. 2013.

COELHO, M. D. O.; CECOM, P. R.; TORRES, G. **Incidência de brusone variando épocas de semeadura e genótipos de trigo em Patos de Minas**. Minas Gerais, 2015).

COELHO, M. D. O. *et al.* **Expansão e cultivo da cultura do trigo em Minas Gerais**. Minas Gerais, 2011.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Brasil, 2019. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 20 dez. 2022.

CONDÉ, A. B. T. *et al.* **Trigo de sequeiro: potencialidades**. Informe Agropecuário, v. 34, p. 24-29, Epamig, 2013.

CROUS, P. W. *et al.* **Fungal Planet description sheets: 469–557**. *Persoonia - Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 37, 368-369. 2016.

CRUZ, M. F. A. *et al.* **Caracterização genética e fenotípica de isolados de *Pyricularia grisea* do trigo**. *Tropical Plant Pathology* v. 34, n. 6, p. 393–401, 2009.

CRUZ, C. D. *et al.* **The 2NS translocation from *Aegilops ventricosa* confers resistance to the *Triticum* pathotype of *Magnaporthe oryzae***. *Crop science*, v. 56, n. 3, p. 990–1000, 2016.

CUNHA, G. R. da, *et al.* **Regiões de adaptação para trigo no Brasil**. Embrapa Trigo. Circular técnica online, 20, 35 p. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPT-2010/40359/1/p-ci20.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Aumento da Brusone prejudica a safra de trigo no Cerrado**. Embrapa Trigo, 2009. Disponível em: [https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18050506/aumento-da-brusone-prejudica-](https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18050506/aumento-da-brusone-prejudica)

safra-de-trigo-no-cerrado. Acesso em: 18 jan. 2023.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Brasil é capaz de produzir além de sua demanda doméstica de trigo.** Embrapa Trigo, 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18671088/brasil-e-capaz-de-produzir-alem-de-sua-demanda-domestica-de-trigo>. Acesso em: 18 jan. 2023.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Brusone em lavouras de trigo no Brasil Central–safra 2019.** Embrapa Trigo, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355291/1529359/Nota+T%C3%A9cnica+BRUSONE+EM+LAVOURAS+DE+TRIGO+NO+BRASIL+CENTRAL+-+SAFRA+2019/db01f7a8-49f4-6f09-a6b3-986096738db0>. Acesso em: 18 jan. 2023.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Estratégias integradas de caracterização da resistência de trigo à brusone.** Embrapa Trigo, 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/202399/estrategias-integradas-de-caracterizacao-da-resistencia-de-trigo-a-brusone>. Acesso em: 18 jan. 2023.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de identificação de doenças de trigo.** (Embrapa Trigo. Documentos, 108). Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/137343/1/ID-42681-CNPT.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2023.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Trigo: projeção de crescimento em todo o Brasil.** Embrapa Trigo, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/60418076/trigo-projecao-de-crescimento-em-todo-o-brasil>. Acesso em: 18 jan. 2023.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Pesquisa usa fragmento de DNA de planta selvagem para combater brusone do trigo.** Embrapa Trigo - Passo Fundo, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/75140688/pesquisa-usa-fragmento-de-dna-de-planta-selvagem-para-combater-brusone-do-trigo>. Acesso em: 18 jan. 2023.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Faostat. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: 20 dez. 2022.

FERREIRA, E.B.; CAVALCANTI, P.P. **Função em código R para analisar experimentos em DIC simples, em uma só rodada.** In: Reunião anual da região brasileira da sociedade internacional de biometria, 54º Simpósio de estatística aplicada a experimentação agrônômica SP: UFSCar 13, 1-5 (2009).

FERREIRA, J. R. *et al.* **Ausência da translocação 2NS/2AS em fontes de resistência de trigo a *Magnaporthe oryzae* no Brasil** – Boletim de pesquisa e desenvolvimento online / Embrapa Trigo, 16p.. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/325651451_Ausencia_da_Translocacao_2NS_2AS_em_Fontes_de_Resistencia_de_Trigo_a_Magnaporthe_oryzae_no_Brasil. Acesso em: 18 jan. 2023.

GLADIEUX, P. *et al.* **Gene flow between divergent cereal- and grass-specific lineages of the rice blast fungus *Magnaporthe oryzae*.** mBio, v. 9, p. e01219-e1317, 2018.

GOULART, A. C. P.; PAIVA, F.de A.; MESQUITA, A. N. **Sobrevivência de *Pyricularia oryzae* Cavo em sementes de trigo armazenadas em diferentes ambientes.** In: REUNIÃO

DA COMISSÃO CENTRO-SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 6., 1990, Campinas. Resultados de pesquisa com trigo - 1989, p. 160-165. (EMBRAPA-UEPAE Dourados. Documentos, 45).1990.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 17 jan 2023.

ISLAM, M. T. *et al.* **Emergence of wheat blast in Bangladesh was caused by a South American lineage of *Magnaporthe oryzae***. BMC Biol, v. 14, n. 1, p. 84, Oct 3, 2016.

KATO, H. *et al.* **Pathogenicity, mating ability and DNA restriction fragment length polymorphisms of *Pyricularia* populations isolated from Gramineae, Bambusiadeae and Zingiberaceae plants**. Journal of General Plant Pathology, v. 66, p. 30-47, 2000.

KLAUBAUF, S. *et al.* **Resolving the polyphyletic nature of *Pyricularia* (Pyriculariaceae)**. Studies in Mycology, 79, 85-120. 2014.

LASCA, C. c, KOHARA, E.Y.; KRUPPA, P.C. **Sobrevivência de *Pyricularia oryzae*, em sementes de trigo**. Summa Phytopathologica, Piracicaba, v. 17, n.1,p.25,1991.

LAU, D. I. *et al.* **Doenças de trigo no Brasil**. In:Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável. Embrapa, cap12, p. 283-323, 2011.

MACIEL, J. L. N. *et al.* **Resultados da rede de ensaios cooperativos para a resistência à brusone da espiga de trigo (RECORBE), safras 2020 e 2021**. (Embrapa Trigo. Circular Técnica, 69). Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2022.

MACIEL, J. L. N. ***Magnaporthe oryzae*, the blast pathogen: current status and options for its control**. Plant Sciences Reviews, Wallingford, v. 264. p. 233-240, 2011. Disponível em: <<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20123020131>>. Acesso em: 15 dez. 2022.

MACIEL, J. L. N. *et al.* **Ocorrência de *Pyricularia oryzae* *Triticum* em plantas do gênero *Urochloa* no Brasil**. Ciência Rural, v. 53, 2023.

MACIEL, J. L. N. *et al.* **Rede de ensaios cooperativos para resistência à brusone da espiga (RECORBE), 2018**. (Embrapa Trigo. Circular Técnica, 56). 2019.

MAIA, N. **Obtention des blés tendres résistants au piétin-verse par croisements interspécifiques blés x *Aegilops***. Comptes Rendus de l'Academie d'Agriculture de France, v. 53, p. 149–154, 1967.

MALAKER, P. K. *et al.* **First report of wheat blast caused by *Magnaporthe oryzae* pathotype *Triticum* in Bangladesh**. Plant Disease, v. 100, n. 11, nov. 2016

MENDONÇA, H. **Dependente do trigo argentino, Brasil zera tarifa de importação de outros países e gera protestos**. São Paulo: EL PAÍS- 7 jul. 2020. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/economia/2020-07-07/dependente-do-trigo-argentino-brasil-zera-tarif-a-de-importacao-de-outros-paises-e-gera-protestos.html>. Acesso em: 18 jan. 2023.

MORESCO, E. R. *et al.* **Estratégias de melhoramento para o trigo tropical**. Inf Agropecu, v. 34, p. 40-43, 2013.

MORI, C. D.; SÓE SILVA, M. **Panorama of wheatfield in Brazil and Minas Gerais**. Informe Agropecuário, 34 (274), 7-18. 2013.

OU, S. H. **Rice disease**. 2. ed. Kew: Commonwealth Mycological Institute, 380 p,1985.

PADUA, J. M. V. *et al.* **Cultivo do trigo tropical—safra 2022: aprendizados e recomendações para a região Sul de Minas Gerais e Campo das Vertentes**. (Circular Técnica) BELO HORIZONTE: EPAMIG, 2022 .

PAGANI, A. P. D. S. **Resistência do trigo à brusone, manejo químico e diversidade de *Magnaporthe grisea***. 2011. ix, 110 f., il. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) — Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

PASINATO, A. **Potencialidades e limitações para a expansão do cultivo de trigo sequeiro no bioma cerrado do Brasil Central**. Embrapa Trigo-Tese/dissertação (ALICE), 2017.

PICININI, E.C.; FERNANDES, J. M. C. **Ocorrência da brusone (*Pyricularia oryzae*) em lavouras comerciais de trigo (*Triticum aestivum*) no estado do Rio Grande do Sul**. Fitopatologia Brasileira,14:351-354. 1989.

PIRES, J.L. F.; VARGAS, L.; DA CUNHA, G. R. **Trigo no Brasil. Bases para produção competitiva e sustentável**. 1ª. ed. Passo Fundo, RS, Embrapa Trigo, 2011.

PIZOLOTTO, C. A. *et al.* **Reação à brusone de genótipos de trigo portadores da translocação 2NS/AS de *Aegilops ventricosa***. In: XI REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 11.; FÓRUM NACIONAL DE TRIGO, 2017, Cascavel. Resumos expandidos..., Cascavel: Coodetec, p. 151-155. 2017.

PRABHU, A. S.; FILIPPI, M. C.; CASTRO, N. **Pathogenic variation among isolates of *Pyricularia oryzae* affecting rice, wheat, and grasses in Brazil**. Tropical Pest Management, v. 38, n. 4, p. 367–371, 1992.

PUCHIO, A. F.; MUCHOVEJ, J. J. **O gênero *Pyricularia* e seus teleomorfos**. Revisão Anual de Patologia de Plantas, Passo Fundo, v. 2, p. 175-208, 1994.

RAMOS, M. *et al.* Estimativas de folgas de produtividade na lavoura de trigo em Minas Gerais. Embrapa Territorial. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 36 , p. 49. Campinas, SP: Embrapa Territorial, 2021.

REIS, E. M.; BLUM, M. C; FORCELINI, C. A. **Sobrevivência de *Pyricularia oryzae*, associada a sementes de trigo**. Summa Phytopathologica, Piracicaba, v. 21, n. 1, P .43-44,1995.

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 11., 2017, Cascavel. **Informações técnicas para trigo e triticales: safra 2018**. Cascavel,2017.

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 14., 2021, Passo Fundo. **Informações técnicas para trigo e triticales: safra 2022**. Passo Fundo: Biotrigo Genética, 2022.

ROCHA, J. R. A. S. C. *et al.* **Eficiência de fungicidas no controle da brusone em trigo**. Summa Phytopathologica, Botucatu, v. 40, n. 4, p. 347-352, 2014.

RURAL PECUÁRIA. **Minas Gerais: Avanço nas pesquisas de trigo e estímulo ao plantio são ferramentas para aumentar a produção**. São José do Rio Preto/SP, 2017. Disponível em:<http://ruralpecuaria.com.br/noticia/minas-gerais-avanco-nas-pesquisas-de-trigo-e-estimulo-ao-plantio-sao-ferramentas-para-aumentar-a-producao.html>. Acesso em: 18 jan. 2023.

SANTANA, F. M.; CHAVES, M. S. **Doenças e métodos de controle.** In: EMBRAPA TRIGO. Cultivo de trigo. (Embrapa Trigo Sistemas de Produção, 4). Passo Fundo, 2009. Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaoId=3704&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3704&p_r_p_-996514994_topicoId=1313. Acesso em: 18 jan. 2023.

SANTANA, F. M. *et al.* **Estimativas de folgas de produtividade na lavoura de trigo em Minas Gerais.** Área de Informação da Sede-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/224052/1/BPD-Estimativas-de-folgas-de-e-produtividade-na-lavoura-de-trigo-em-Minas-Gerais-ed-01-2021.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2023.

SILVA-LOBO, V. L. *et al.* **Relação entre o teor de clorofila nas folhas e a severidade de brusone nas panículas em arroz de terras altas.** Tropical Plant Pathology, v. 37, p. 83-87, 2012.

SOUZA, M.A. de. **Variedades do trigo para Minas Gerais.** Informe Agropecuário. Trigo: Cerrado e Várzea, Belo Horizonte, v.5, n.50, p.28-31, fev.,1979.

SOUZA, M. A.; PIMENTEL, A. J. B. **Estratégias de seleção para melhoramento do trigo com tolerância ao estresse por calor.** Informe Agropecuário, v. 34, p. 30-39, 2013.

TAKAMI, Lucas Kenji. **Resistência de genótipos de trigo à brusone (*Pyricularia grisea*).** [s. l.], 2011.

TEMBO, B. *et al.* **Detection and characterization of fungus (*Magnaporthe oryzae* pathotype *Triticum*) causing wheat blast disease on rain-fed grown wheat (*Triticum aestivum* L.) in Zambia.** PLoS One, v. 15, n. e0238724, p. 1-10, 2020.

TORRES, G. A. M. *et al.* **Doenças da espiga causam perda de rendimento em trigo nos estados do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul, em 2009.** Passo Fundo: Embrapa Trigo - CNPT, p.10 (EMBRAPA - CNPT Comunicado Técnico online, 255). 2009.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. Biblioteca Universitária. **Manual de normalização e estrutura de trabalhos acadêmicos: TCCs, monografias, dissertações e teses. 3.** ed. rev., atual. e ampl. Lavras, 2020. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/11017>. Acesso em: 04 de mar. 2023.

URASHIMA, A.S. *et al.* **Effect of *Magnaporthe grisea* on seed germination, yield and quality of wheat.** In: Wang GL, Valent B (Eds.) Advances in Genetics, Genomics and Control of Rice Blast Disease. Springer. p. 267-277, 2009.

URASHIMA, A. S.; KATO, H. **Pathogenic relationship between isolates of *Pyricularia grisea* of wheat and other hosts at different host developmental stages.** Fitopatologia Brasileira, Brasília, DF, V. 23, n. 1, p. 30-35, 1998.

URASHIMA, A. S.; LEITE, S. F.; GALBIERI, R. **Eficiência da disseminação aérea em *Pyricularia grisea*.** Summa Phytopathologica, Piracicaba, V. 33, n. 3, p. 275-279, 2007.

YOKOYAMA, A. H. *et al.* Evolução do índice de área foliar e índice SPAD na soja influenciada por formas de uso do solo na entressafra e adubação nitrogenada na cultura. 2017.

Yokoyama, A. H. *et. al.* **Índices de área foliar e SPAD da soja em função de culturas de entressafra e nitrogênio e sua relação com a produtividade.** Revista de Ciências Agrárias, 41(4), 953-962, 2018.

ZADOCKS J. C.; CHANG T. T.; e KONZAK C. F. **A decimal code for the growth stages of cereals.** Weed Res 14: 415–421,1974.