

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**Contribuição de fatores genéticos e agronômicos sobre a intensidade
da brusone de trigo**

Natália Forchezato Webber

Passo Fundo

2020

Natália Forchezato Webber

Contribuição de fatores genéticos e agronômicos sobre a intensidade da brusone de trigo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para obtenção de título de mestre em Agronomia.

Orientador:

Dr^a. Carolina Cardoso Deuner

Coorientador:

Dr^a. Gisele Abigail Montan Torres

Passo Fundo

2020

CIP – Catalogação na Publicação

- W372c Webber, Natália Forchezato
Contribuição de fatores genéticos e agronômicos sobre a intensidade da brusone de trigo [recurso eletrônico] / Natália Forchezato Webber. – 2020.
1.6 MB ; PDF.
- Orientadora: Profa. Dra. Carolina Cardoso Deuner.
Coorientadora: Profa. Dra. Gisele Abigail Montan Torres.
Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, 2020.
1. Trigo – Doenças e pragas. 2. Brusone – Controle.
3. *Pyricularia oryzae*. I. Deuner, Carolina Cardoso, orientadora.
II. Torres, Gisele Abigail Montan, coorientadora. III. Título.

CDU: 633.11

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO



PPGAgro
Programa de Pós-Graduação
em Agronomia

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação.

“Contribuição de fatores genéticos e agronômicos sobre a intensidade da brusone de trigo.”

Elaborada por

Natália Forchezatto Webber

**Como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em
Agronomia – Produção e Proteção de Plantas**

**Aprovada em: 10/06/2020
Pela Comissão Examinadora**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'C. Deuner'.

Dra. Carolina Cardoso Deuner
Presidente da Comissão Examinadora
Orientadora

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'M. Coelho'.

Dr. Mauricio Antônio de Oliveira Coelho
Examinador - Epamig

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'G. Torres'.

Dra. Gisele Abigail Montan Torres
Coorientadora – Embrapa Trigo

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'E. Bortoluzzi'.

Dr. Edson Campanhola Bortoluzzi
Coord. Prog. Pós-Graduação em Agronomia

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'J. Maciel'.

Dr. João Leodato Nunes Maciel
Examinador – Embrapa Trigo

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'E. Zanella'.

Dr. Eraldo Lourenso Zanella
Diretor FAMV

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, pelo incentivo, paciência, compreensão, amor e por todos os ensinamentos da vida;

Ao meu irmão pelo carinho e atenção;

Aos meus avós pelo carinho e amor.

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai Nereu de Jesus Webber e a minha mãe Vera Regina Forchezato Webber por todo o apoio, incentivo, por todos os esforços, compreensão, amor e confiança em mim depositados ao longo dos anos e principalmente pela educação que me proporcionaram. Eu agradeço do fundo do meu coração por ter vocês do meu lado sempre.

À Universidade de Passo Fundo pela oportunidade;

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos;

À Professora Dra. Carolina Cardoso Deuner pela oportunidade;

À Pesquisadora Dra. Gisele Abigail Montan Torres pelos ensinamentos e orientação;

Aos funcionários do laboratório de Biotecnologia, pelo acolhimento, alegria e incentivo;

À Embrapa pela oportunidade de realizar as atividades na empresa;

Aos colegas pelo apoio e amizade;

As amigas criadas durante essa caminhada, em especial à Debora Munaretto, Renata G. Schroeder, Júlia Britto, Camila Vancini e Jéssica R. Ferreira;

E a todos que de alguma forma contribuíram com esse trabalho.

Muito obrigada!

“Ser humilde não é ser menos que alguém. É saber que não somos mais que ninguém.”

“A vida nos obriga a crescer.”

RESUMO

WEBBER, Natália Forchezato. Contribuição de fatores genéticos e agronômicos sobre a intensidade da brusone de trigo. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2020.

A brusone do trigo é causada pelo fungo *Pyricularia oryzae*. O fungo pode infectar todos os tecidos da parte aérea da planta, mas o sintoma característico da doença é a descoloração parcial ou total da espiga. O objetivo desse trabalho foi avaliar a reação de diferentes genótipos de trigo a *P. oryzae* em espigas, e associar com dados de produção, identificando assim, materiais com maiores níveis de resistência à brusone. Para esse estudo, 14 genótipos de trigo foram selecionados, dois suscetíveis e 12 resistentes. Os experimentos foram conduzidos em Patos de Minas, MG, Brasil. Os genótipos foram semeados em 2014, com três repetições e em três épocas, 2015, com quatro repetições e em três épocas, e 2017, com três repetições e uma única época, em delineamento experimental de blocos ao acaso. A incidência e a severidade de brusone, o índice de doença, o rendimento de grãos e os danos ao rendimento foram avaliados. As variáveis foram submetidas à análise de variância e a interação entre época de semeadura e genótipo foi analisada. As médias das épocas de semeadura foram comparadas pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade. As médias dos genótipos foram comparadas pelo teste Scott-Knott, com 5% de probabilidade. Análises de correlação entre as variáveis analisadas foram realizadas pelo coeficiente de correlação de Pearson. A incidência da doença foi o melhor parâmetro para avaliar a resistência de trigo à brusone e mostrou correlação significativa com o rendimento de grãos (-0,81). Foram identificados três grupos com diferentes níveis de incidência da doença, e os menores valores variaram de 9,3 a 27,4% para 10 genótipos incluindo BR 18. Os menores danos ao rendimento foram de 33,3 a 54,8% para 10 dos 14 genótipos avaliados. Os danos foram positivamente correlacionados com a incidência (0,63) e negativamente com o rendimento (-0,70). O grupo com maiores rendimentos e menores danos é composto por BR 18, BRS Angico, PF 909, BRS 229, Embrapa 27 e CPAC 07340, que não possuem a translocação 2NS/2AS.

Palavras-chave: 1. *Triticum aestivum*. 2. *Pyricularia oryzae*. 3. Doença. 4. Incidência. 5. Produtividade.

ABSTRACT

WEBBER, Natália Forchezato. Contribution of genetic and agronomic factors on the intensity of the wheat blast. 62 f. Dissertation (Masters in Agronomy) – University of Passo Fundo, Passo Fundo, 2020.

Wheat blast is caused by the fungus *Pyricularia oryzae*. The fungus can infect all the aboveground tissues of the plant, but the characteristic symptom of the disease is the partial or total discoloration of the spike. This study aimed was to evaluate the reaction of different wheat genotypes to *P. oryzae* in spikes, and to associate with production data, thus identifying materials with higher levels of resistance to blast. For this study, 14 wheat genotypes were selected, two susceptible and 12 resistant. The experiments were conducted in Patos de Minas, MG, Brazil. The genotypes were sown in 2014, with three repetitions and in three seasons, 2015, with four replications and in three seasons, and 2017 with three replications and in a single season, in a randomized block design. Blast incidence and severity, disease index, grain yield, and yield losses were evaluated. The variables were submitted to Analysis of variance and the interaction between sowing time and genotype was analyzed. Sowing season averages were compared using the Tukey test, with a 5% probability. Genotype averages were compared by the Scott-Knott test, with a 5% probability. Correlation analyzes among the variables were performed using Pearson's correlation coefficient. The disease incidence was the best parameter to evaluate the wheat resistance to blast and presented a significant correlation with grain yield (-0.81). Three groups were with different levels of incidence identified, and the lowest values ranged from 9.3 to 27.4% for 10 genotypes comprising BR 18. The lowest yield losses varied from 33.3 to 54.8% for 10 of the 14 genotypes evaluated. Yield losses were positively correlated to incidence (0.63) and negatively to grain yield (-0.70). The group with higher grain yield and lower yield losses includes BR 18, BRS Angico, PF 909, BRS 229, Embrapa 27, and CPAC 07340, which do not carry the 2NS/2AS translocation.

Key words: 1. *Triticum aestivum*. 2. *Pyricularia oryzae*. 3. *Magnaporthe oryzae*. 4. Incidence. 5. Productivity.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1	<i>A cultura do trigo</i>	13
2.2	<i>Agente causal da brusone do trigo</i>	15
2.2.1	Reprodução sexual do patógeno	16
2.2.2	Reprodução assexual do patógeno	17
2.2.3	Ciclo de vida de <i>Pyricularia oryzae</i>	18
2.3	<i>Sintomas de brusone do trigo</i>	20
2.4	<i>Medidas de controle para a brusone</i>	23
2.4.1	Controle químico	23
2.4.2	Controle cultural	24
2.4.3	Controle biológico	25
2.4.4	Controle genético	25
2.5	<i>Antecedentes deste trabalho</i>	27
3	MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1	<i>Material vegetal</i>	28
3.2	<i>Local de condução dos ensaios</i>	31
3.3	<i>Procedimentos experimentais</i>	31
3.4	<i>Avaliações realizadas</i>	33
3.4.1	Incidência de brusone em espigas de trigo	33
3.4.2	Severidade de brusone em espigas de trigo	33
3.4.3	Rendimento de grãos de trigo	34
3.4.4	Danos à produtividade de trigo	34
3.5	<i>Análise de dados</i>	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5	CONCLUSÃO	42
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
	REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é o segundo cereal mais produzido no mundo, sendo o primeiro o arroz e o terceiro o milho (CONAB, 2016). O grão de trigo é de grande importância na alimentação humana, pois é utilizado na forma de farinha, que é a base para a produção de vários alimentos, como pães, bolos, biscoito entre outros (EMBRAPA, 2016)

Apesar do clima brasileiro ser muito favorável para o desenvolvimento da cultura, o Brasil é dependente de importações desse cereal, pois o consumo interno é maior do que a sua produção. Não é possível produzir trigo para atender 100% a necessidade do país, portanto é necessário tentar reduzir a dependência externa do trigo que é afetada pela oscilação de preços, oferta e demanda, e aos problemas internos nos países produtores (LAMAS, 2018). Para tentar suprir a demanda interna do país, regiões que não eram tradicionais no cultivo de cereal, tornaram-se potenciais produtores, como foi o caso do Centro-Oeste do Brasil (Cerrado), que atualmente possui alto potencial para a produção de trigo.

O trigo é ameaçado pela ocorrência de vários patógenos, que acometem a cultura. Prejudicando a produtividade e qualidade dos grãos, dentre essas doenças, destaca-se a brusone. O fungo *Pyricularia oryzae* (teleomorfo *Magnaporthe oryzae* Couch) foi relatado primeiramente em trigo no norte do Paraná em 1985 (IGARASHI et al., 1986) e pode infectar diferentes partes da planta de trigo, porém a infecção na espiga é a forma mais destrutiva da doença (PRESTES et al., 2007), resultando no branqueamento total ou parcial da espiga. Quando o fungo infecta a ráquis, ocorre o bloqueio da passagem da seiva, impedindo ou prejudicando a formação e/ou o enchimento dos grãos. Quando a infecção é precoce, no início das fases de florescimento e de enchimento de grãos, os grãos apresentam-se deformados, pequenos e com baixo peso específico (GOULART; PAIVA; ANDRADE, 1994, 1995).

Com relação ao controle da doença na espiga, nenhuma estratégia tem se mostrado eficiente de forma isolada, sendo que os fungicidas apresentam baixa eficiência de controle, os agentes biológicos não se mostraram eficientes e não há cultivares com bons níveis de resistência genética. Porém algumas estratégias já vêm sendo adotadas para minimizar a ocorrência da doença, como o atraso da semeadura, a aplicação de fungicidas e o uso de cultivares indicadas para a região. Mediante isso, muitas pesquisas estão sendo desenvolvidas no Brasil e no mundo visando detectar fontes de resistência que possam ser introduzidas em cultivares adaptados para as diferentes regiões do Brasil, apontam que 119 cultivares de trigo são indicadas para cultivo no país, sendo que 41 cultivares (34%), apresentaram níveis de resistência à brusone classificadas como moderadamente resistente (MR) e resistente (R) (RCBPTT, 2018). Em outro trabalho, com genótipos de trigo de ampla variabilidade oriundos de diferentes países, verificou-se que 18% dos materiais foram identificados como resistentes ao patógeno, em ensaios de campo.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a reação de diferentes genótipos de trigo a *Pyricularia oryzae* em espiga e associar com dados de produção, identificando materiais com maiores níveis de resistência à brusone.

Esse documento é composto, além desta introdução, por uma revisão de literatura, onde são abordados os temas cultura e brusone do trigo, a metodologia utilizada para a realização deste trabalho, os resultados obtidos e a discussão decorrente de tais resultados, as considerações finais e conclusão.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A cultura do trigo

O trigo é cultivado em 70 países e em cinco continentes (DIXON, 2007), pertence à família Poaceae, gênero *Triticum* e espécie *Triticum aestivum*. Em áreas com 65° latitude norte até 45° latitude sul o trigo pode ser cultivado, em regiões temperadas a cultura se adapta (GUPTA et al., 2008). Em regiões tropicais encontra dificuldades (FEDERIZI et al., 1999). Na alimentação humana, a cultura apresenta amplo uso na forma de farinha ou grão laminado através da produção de produtos forneados como pães, biscoitos, bolos, massas, sopas, pudins, molhos e para a composição de cereais matinais (MORI, 2015) e se mostra o mais nutritivo entre os cereais, incluindo milho e o arroz (GILL, 2010).

Estima-se que no mundo a área de trigo cultivada é de 216,5 milhões de hectares, apresentando uma produção de 733 milhões de toneladas, com uma redução da área cultivada de 1,55% comparado com a safra 2017/2018 (CONAB, 2019). No Brasil, a produção estimada foi de 5,47 milhões de toneladas, 2,6% menor que em 2018, e área foi de 2,04 milhões de hectares que atendem cerca de 50% o consumo interno, que totaliza 1 milhão de toneladas (CONAB, 2019). O cultivo de trigo no Brasil, está situado principalmente na região sul, com produção nacional estimada em um pouco mais de 87%, com destaque dos estados do Paraná e Rio Grande do Sul. Além desses estados a área de plantio de trigo, também está distribuída entre os estados da Bahia, Mato Grosso do Sul, Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais, São Paulo e Santa Catarina (CONAB, 2018).

Na região Central do Brasil, o trigo tem grande importância estratégica, além da região sul, tradicionalmente produtora. Em Minas Gerais, a área de trigo está estimada em 88,3 mil hectares sendo que a produtividade média tem a tendência de redução, em razão da incidência

de brusone em algumas lavouras, especialmente aquelas semeadas mais cedo. Dessa forma, a estimativa de produtividade atual é de 2,636 kg/ha, com projeção para a produção de 219 mil toneladas (CONAB, 2019). Nos estados de Minas Gerais e Goiás, as lavouras, em sua maioria, são irrigadas.

A cultura do trigo necessita de condição climática diferenciada da maioria das culturas de grãos. Na fase inicial do ciclo, a exigência é por temperaturas baixas, enquanto na fase de floração e formação dos grãos é por baixa umidade e temperaturas mais elevadas, de forma a reduzir o ataque de doenças e favorecer a qualidade do grão (ABITRIGO, 2011). O trigo como principal cultura produtora de grãos de inverno na região sul do Brasil, pode sofrer com possíveis impactos negativos decorrentes de variações climáticas tornando necessário o ajuste de seu sistema de produção (LUIZ et al., 2005). Dentre os efeitos climáticos que mais afetam a produtividade agrícola no mundo, destacam-se a temperatura e a precipitação.

Para o desenvolvimento da cultura do trigo, a duração das fases depende da sua sensibilidade ao fotoperíodo (comprimento do dia), da vernalização (exposição a baixa temperatura) e do comprimento da sua fase basal (“*intrinsic earliness*”). Com isso as cultivares de trigo podem variar amplamente na sua sensibilidade ao fotoperíodo, a vernalização e comprimento basal para cada fase de desenvolvimento (RODRIGUES et al., 2013). A época de ocorrência dos estádios de desenvolvimento do trigo é determinada pelas condições meteorológicas, que são inerentes ao local e à época de semeadura (ALBERTO, 2008). A temperatura, água, radiação solar, nutrição, ocorrência de pragas, doenças e plantas daninhas são variáveis que influenciam no crescimento e desenvolvimento das plantas e conseqüentemente no produto final de interesse econômico, os grãos. Se uma destas variáveis estiver abaixo de um ótimo, estará limitando o rendimento de grãos, não importando que todas as outras estejam em níveis adequados (CUNHA; PIRES, 2005). O excesso de chuvas no período de maturação final da cultura de trigo causa a redução do peso específico, também denominado peso do hectolitro e quando inferior a 78, a remuneração é menor com prejuízos ao produtor. Este índice também reflete no rendimento de farinha dos grãos (ABRECHT, 2009).

2.2 Agente causal da brusone do trigo

Os primeiros relatos da brusone foram relatados em 1600 na China e no Japão na cultura do arroz, sendo uma das doenças mais importantes dessa cultura (BEDENDO; PRABHU, 2005). Já em trigo a primeira ocorrência de brusone foi em 1985, no norte do Paraná (IGARASHI et al., 1986), sendo que o fungo acompanhou a expansão agrícola para áreas mais quentes do centro-oeste brasileiro, ocorrendo em Minas Gerais em 1990 (LIMA, 2004), Goiás em 1992 (PRABHU; FILIPPI; CASTRO, 1992) e Brasília em 1993 (ANJOS et al., 1996). O fungo se espalhou cerca de 1200 km ao norte de sua origem e se disseminou para novos locais, e sua presença foi relatada nos Estados de São Paulo (IGARASHI, 1991), Mato Grosso do Sul (GOULART; PAIVA; MESQUITA, 1990), Rio Grande do Sul (PICININI; FERNANDES, 1990) e na região dos cerrados do Brasil Central (ANJOS et al., 1996). Além disso, o fungo foi relatado em 1996 na Bolívia (BAREA; TOLEDO, 1996), cerca de 1700 km a noroeste do Paraná e em 2002 no leste do Paraguai (VIEDMA, 2010; VIEDMA; MOREL, 2002) e em 2007 se espalhou para regiões mais frias, atingindo Chaco e Corrientes na Argentina (ALBERIONE et al., 2008; CABRERA; GUTIÉRRES, 2007; PERELLÓ; MARTINEZ; MOLINA, 2015).

A brusone foi restrita à América do Sul até 2016, quando um surto foi registrado em Bangladesh, na Ásia (ISLAM et al., 2016). Os oito distritos atingidos somam 101.600 hectares de cultivo de trigo, dos quais estima-se que 15% (15.240 ha) tenham sido atingidos. O que pode ter ocasionado o surgimento da doença em Bangladesh em 2016, foi que vários países importaram grãos de trigo e centeio entre janeiro de 2006 e setembro de 2017, e é possível que esses grãos estivessem contaminados, pois foram colhidos em áreas infectadas (ISLAM et al., 2016). Já em 2017, a doença foi identificada em campos da Índia, a partir da fronteira com Bangladesh (BHATTACHARYA; PAL, 2017). A Índia é o segundo maior produtor mundial de trigo, e a ocorrência da brusone representa séria ameaça à produção deste cereal no país, o que preocupou as autoridades a desenvolver estratégias para reduzir a disseminação (ISLAM et al., 2016; MALAKER et al., 2016; MCDONALD; STUKENBROCK, 2016; SADAT; CHOI, 2017; SAHARAN et al., 2016; SHARMA, 2017; SINGH et al., 2016).

Os fungos são classificados conforme o tipo de interação com as plantas pelas suas estratégias de alimentação, sendo biotróficos, necrotróficos e hemibiotróficos. Os fungos biotróficos crescem e nutrem-se em tecido vegetal vivo, enquanto os necrotróficos se desenvolvem em tecido vegetal morto ou em decomposição (VLEESHOUWERS; OLIVER, 2014). Os fungos hemibiotróficos combinam as duas estratégias de alimentação para sobreviver, estabelecendo interação biotrófica nas primeiras fases do desenvolvimento, e em seguida comportando-se como necrotróficos.

2.2.1 Reprodução sexual do patógeno

O fungo causador da brusone possui duas formas de reprodução, a sexual e a assexual. Na forma sexual *Magnaporthe oryzae* ocorre a formação de ascomas do tipo peritécio, ostiolados, sem estroma, rostrados e periófises esparsas e delgadas. Nos peritécios há a formação de ascos, unitunicados, com anel refrativo e não amiloide. Cada asca origina oito ascósporos, com três septos cada, fusiformes, curvados e hialinos (PURCHIO; MUCHOVEJ, 1994; MASSOLA Jr.; KRUGNER, 2011). O peritécio é escuro, globoso, alongado, 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 (PURCHIO; MURCHOVEJ, 1994). Até o presente, peritécios não foram encontrados de forma comum na natureza nas condições de campo.

Na fase teleomórfica, o fungo causador da brusone é um ascomiceto hemibiotrófico, pertencente à família Magnaporthaceae, que é composta por mais de 100 espécies em 12 gêneros de teleomorfos e 7 de anamorfos (HUHNDORF et al., 2008; KIRK et al., 2008; ZHANG; ZHAO; SHEN, 2011). Com base em estudos filogenéticos, Magnaporthaceae classe Sordariomycetidae, pertence à ordem unifamiliar Magnaporthales, ordem Diaporthales e Ophiostomatales (ZHANG et al., 2006; THONGKANTHA et al., 2009), gênero *Magnaporthe* e espécie *M. oryzae*, sendo que essa fase não é encontrada na natureza, apenas em laboratório.

2.2.2 Reprodução assexual do patógeno

Na forma assexual do patógeno, *P. grisea* apresenta conídios piriformes, lisos, obclavados, com base arredondada e afinando em direção ao ápice. São hialinos a oliva-claro, com pequeno hilo protuberante na base e a maioria possui dois septos transversais, ligam-se ao conidióforo pelo seu lado mais dilatado através da célula conidiogênica, e ao serem amadurecidos são liberados para o meio, produzindo um pequeno dentículo na base do conídio e na lateral do conidióforo (PURCHIO; MURCHOVEJ, 1994).

Na fase anamórfica, o fungo pertence à classe Deuteromycetes, subclasse Hyphomycetidae, ordem Moniliales, família Moniliaceae e gênero *Pyricularia*, espécie *Pyricularia oryzae* Cavara. Segundo Klaubauf et al. (2014) foi encontrado um número alto de espécies de *Pyricularia* não descritas, sugerindo que *Pyricularia* é um gênero rico em espécies.

Está em discussão na comunidade científica, sobre uma população nova do patógeno de trigo, chamado *Pyricularia graminis-tritici*, em que Castroagudín et al. (2016) propuseram separar o conjunto da população juntamente com patógenos de outras Poaceae, mas ainda é indicado utilizar *M. oryzae/P. oryzae* para o fungo causador da brusone de trigo (CERESINI et al., 2018, 2019; CRUZ; VALENT, 2017; GLADIEUX et al., 2018; VALENT et al., 2019).

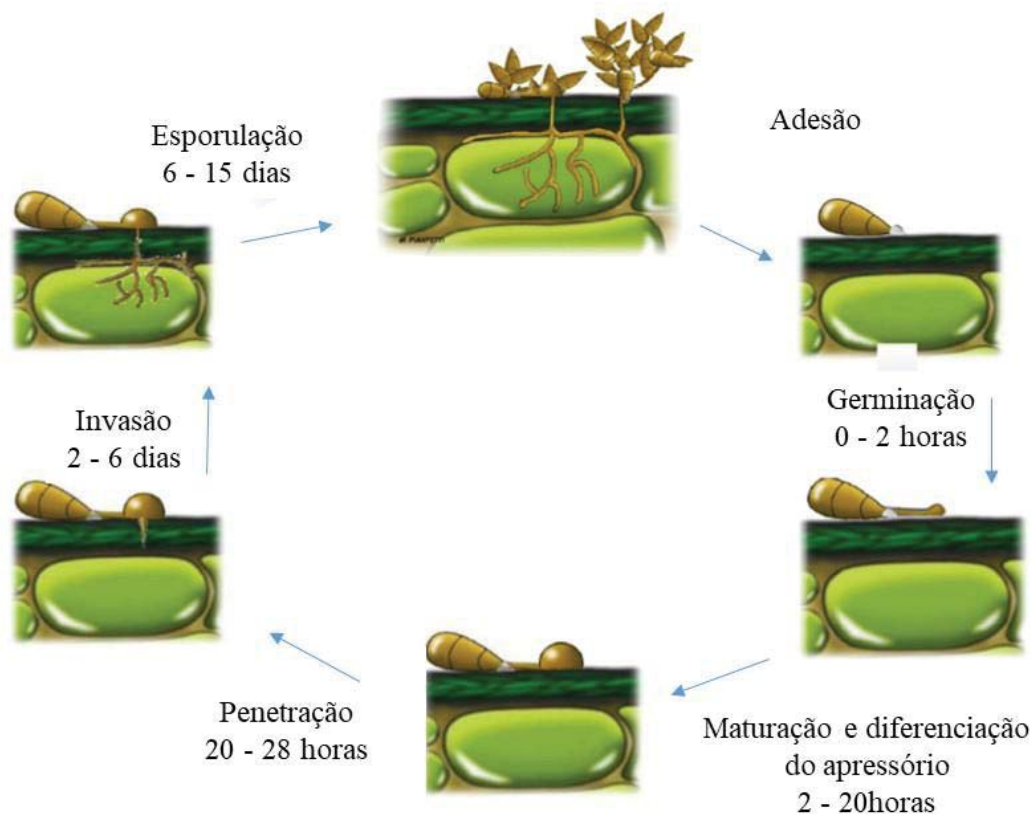
P. oryzae é patogênico em mais de 50 espécies de gramíneas, incluindo culturas importantes como o arroz, trigo, cevada, milho e aveia (COUCH et al., 2005; COUCH; KOHN, 2002; MURAKAMI et al., 2003; TAKABAYASHI et al., 2002; URASHIMA; KATO, 1998). Com base na especificidade do hospedeiro, capacidade de cruzamento e parentesco genético, os isolados de *P. oryzae* foram classificados em vários subgrupos com faixas restritas de hospedeiros, incluindo o patótipo *Oryza*, patogênico ao arroz (*Oryza sativa*), o patótipo *Panicum*, patogênico a milheto comum (*Panicum miliaceum*), o patótipo *Setaria*, patogênico a painço (*Setaria italica*), o patótipo *Triticum*, patogênico ao trigo (*Triticum aestivum*), o patótipo *Avena*, patogênico à aveia (*Avena sativa*), o patótipo *Eleusine*, patogênico a capim-pé-de-galinha (*Eleusine coracana*) e o patótipo *Lolium*, patogênico a azevém perene (*Lolium perenne*) (TOSA; CHUMA, 2014).

2.2.3 Ciclo de vida de *Pyricularia oryzae*

O ciclo de *P. oryzae* (Figura 1) inicia-se com a deposição e a adesão do esporo na superfície de tecidos do hospedeiro. Em condições de alta umidade ocorre a germinação do esporo e, em duas horas, o tubo germinativo está formado (TALBOT, 2003), e logo em seguida, é formado o apressório, uma célula especializada que possibilita a penetração do fungo no tecido vegetal, graças a uma pressão de turgor de aproximadamente 80 atmosferas ou 800 metros de coluna d'água, valores equivalente a 8,08 MPa (RIBOT et al., 2008). O apressório produz um “peg” de penetração que rompe a superfície da folha, e se expande formando a hifa primária, a qual procura pelos plasmodesmas na parede celular para se mover para as células vizinhas, quando então são produzidas as hifas secundárias (KANKANALA; CZYMMEK; VALENT, 2007). Após 4-5 dias após a penetração, o fungo destrói os tecidos colonizados, conduzindo a lesões necróticas esporulantes, propagando a doença (RIBOT et al., 2008). A brusone é uma doença policíclica, uma lesão é produzida em média 6 dias após a infecção e uma lesão típica é capaz de produzir 2.000 a 6.000 conídios por dia por aproximadamente 14 dias em condições controladas (OU, 1985).

A duração do processo de penetração varia com a temperatura levando 6, 8 e 12 horas sob temperaturas de 24°C, 28°C e 32°C respectivamente. Os conídios necessitam de moderado período de molhamento foliar para germinarem e penetrarem na folha de trigo. Períodos longos com presença de orvalho por 2 ou 3 dias consecutivos favorecem a doença (PICININI; FERNANDES, 1995). A temperatura ótima para favorecer a conidiogênese, está ao redor de 28°C e umidade relativa entre 95 a 100% (ALVES; FERNANDES, 2006). Alguns fatores ambientais podem influenciar o desenvolvimento da doença, como a precipitação pluvial, dias nublados, temperaturas entre 24 e 28°C, umidade relativa acima de 90% e longos períodos de orvalho, sendo essas condições favoráveis ao desenvolvimento da brusone.

Figura 1 - Ciclo de vida da brusone (*Pyricularia oryzae*).



Fonte: Adaptado de Ribot et al. (2008).

Os principais mecanismos de sobrevivência são o parasitismo de hospedeiros cultivados e de hospedeiros secundários, o saprofitismo em restos culturais de plantas cultivadas suscetíveis, as sementes e plantas voluntárias que permanecem no campo na entressafra (TOLEDO, 2004). Nos restos culturais de trigo, o fungo *P. oryzae* consegue sobreviver no máximo 5 meses (PIZOLOTTO et al., 2019).

A disseminação do patógeno ocorre, principalmente, através do vento (LIMA, 2004) e a unidade de propagação mais utilizada pelo homem é a semente que possui o mecanismo mais importante de sobrevivência, transmissão e disseminação de um patógeno (TELLES NETO, 2004). A partir do inóculo de sementes infectadas, ocorre a transmissão para as plântulas emergidas (MAUDE, 1996). Diversos aspectos da brusone passaram a ser investigados, devido a sua importância, entre os quais o papel que a semente representa na sua disseminação (GOULART; PAIVA; ANDRADE, 1995). Lembrando que a semente de trigo não é a principal

fonte de inóculo de *P. oryzae*, merecendo destaque também as gramíneas invasoras e nativas (GOMES, 2012). As sementes de trigo podem não apresentar os sintomas, mas podem ser uma fonte primária da doença no campo, por fornecer inóculo inicial a novas áreas, gerando epidemias (TOLEDO; ESCOBAR, 2002) inclusive para campos de produção de sementes, ocasionando graves consequências (GOMES et al., 2019).

Dois casos podem ser considerados sobre a transmissão do patógeno através das sementes, levando em conta danos variáveis. Considerando o campo de produção, alguns patógenos provocam perdas, sem afetar a sua viabilidade e restringindo seus efeitos à redução na produtividade de sementes. Outros reduzem a produtividade de sementes, concentrando seus efeitos sobre a semente, quando colonizam seu embrião, fazendo então que ocorra a baixa porcentagem de germinação e vigor, conseqüentemente refletindo em aspectos negativos sobre a produtividade (CARVALHO, 1997). Nos estados do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul, a presença de *P. oryzae* nas sementes já foi registrada. E sua transmissão por meio de sementes, já foi constatada por Menten e Moraes (1987), Igarashi (1988) e Goulart e Paiva (1990). Além disso, no que diz respeito à qualidade das sementes, a presença do patógeno pode estar relacionada à baixa germinação e baixo vigor (GOMES et al., 2019). Já na germinação não são muito conhecidos o efeito de *P. oryzae* (URASHIMA et al., 2009).

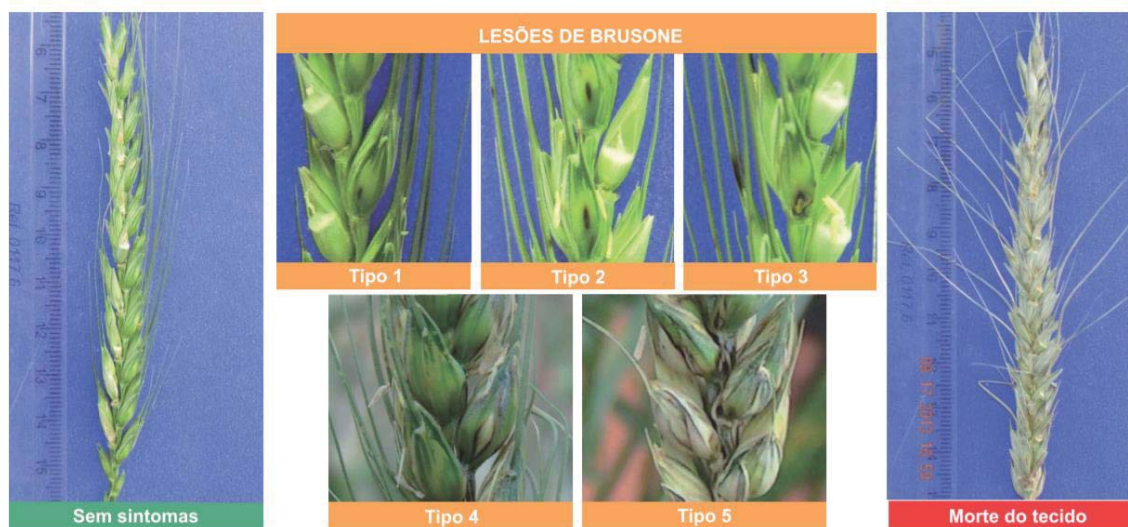
2.3 Sintomas de brusone do trigo

O fungo da brusone pode infectar várias partes da planta de trigo, causando lesões em raízes, folhas, bainhas, nós, colmo, pedúnculo, ráquis, espigas e glumas. No entanto, a infecção na espiga (Figura 2) resulta em maiores danos, sendo o sintoma característico da doença o branqueamento da espiga (URASHIMA, 2010).

Nas folhas (Figura 3), os sintomas frequentemente ocorrem em folhas mais velhas, que incluem folhas senescentes no ápice da base, diferente do arroz, que ocorre em folhas mais novas (CRUZ et al., 2015). A folha quando infectada apresenta lesões elípticas ou arredondadas, com o centro acinzentado e margens marrom escuro enquanto que, em espigas o sintoma característico é o branqueamento. Nas folhas, inicialmente as lesões são bem pequenas

e aumentam de tamanho rapidamente, tornando-se elípticas e/ou ovais dependendo da reação genética ou idade fenológica do genótipo, cuja margem da lesão definida possui coloração marrom avermelhado a marrom escuro. Em condições climáticas favoráveis é observada no centro da lesão uma coloração acinzentada correspondente à esporulação do patógeno, nas faces abaxial e adaxial das folhas (LIMA, 2004; TOLEDO; ESCOBAR, 2002; BAREA; TOLEDO, 1996).

Figura 2- Sintomas de brusone na espiga.



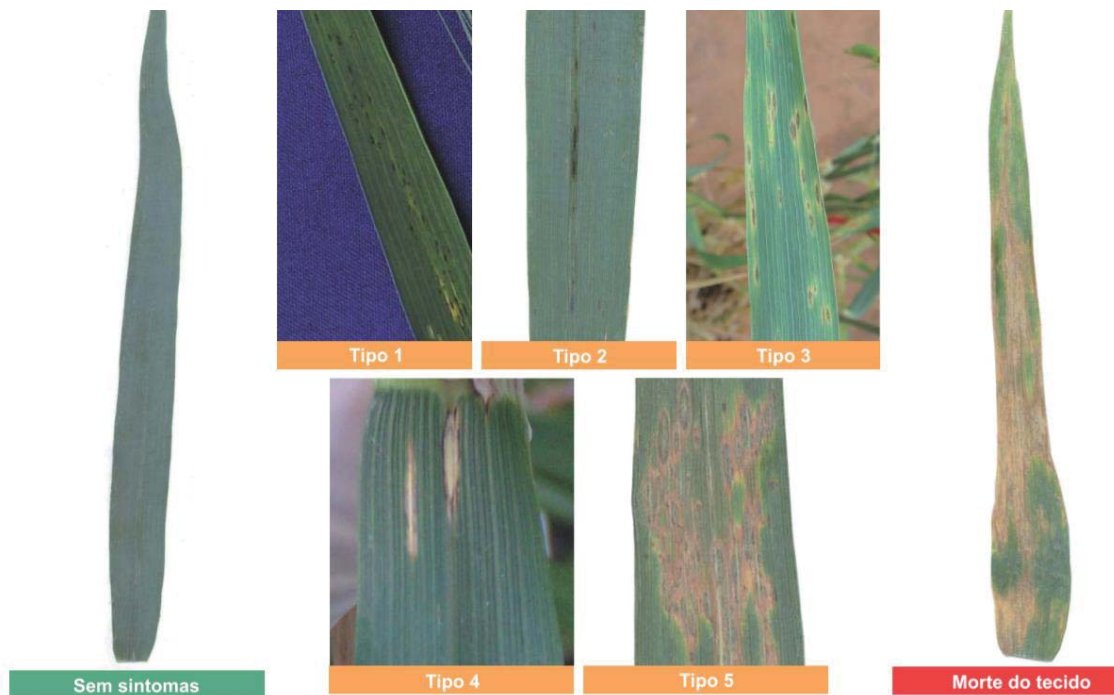
Fonte: TORRES et al., 2015

No colmo, as lesões são semelhantes às que incidem nas folhas, sendo que nos nós da planta é possível visualizar uma massa pulverulenta de esporos acinzentada e circulares. Nas glumas, as lesões são elípticas-ovaladas de coloração variando de castanho claro a escuro nas bordas e o centro esbranquiçado e sob condições de clima favorável é possível visualizar a esporulação do patógeno de cor acinzentada, podendo ser confundidas com “giberela” (*Gibberella zeae* (Schow.) Petch; anamorfo: *Fusarium graminearum* Schw.). Quando as infecções ocorrem nestas áreas, causam deformações nas sementes em desenvolvimento (PAGANI, 2011).

De acordo com Igarashi (1988), os sintomas mais característicos ocorrem nas espigas (Figura 3), devido à infecção do patógeno na ráquis, onde observa-se lesão de coloração negra

brilhante com formato irregular, e posteriormente com abundante frutificação do fungo. Tais lesões apresentam uma necrose no ponto de infecção, causando um secamento prematuro a partir deste ponto de infecção para cima, que impede a translocação da água e dos nutrientes, e como consequência dependendo do local da infecção, provoca o branqueamento parcial ou total da espiga imediatamente acima da lesão (ESPINOZA; SHOHARA, 2003; GOULART; SOUSA; URASHIMA, 2007; IGARASHI, 1988; IGARASHI; BALAN, 2004). O estrangulamento da espiga inviabiliza o enchimento dos grãos, e mesmo quando há produção de grãos nessas espigas, os mesmos tornam-se enrugados, pequenos, deformados e com baixo peso específico, o que caracteriza perdas no rendimento, tornando-os inutilizáveis tanto para comercialização, quanto para utilização humana (CRUZ et al., 2009). A maioria desses grãos é eliminado no processo de colheita e beneficiamento (GOULART; PAIVA; ANDRADE, 1994, 1995) e por isso a infecção da espiga é a forma mais destrutiva da doença.

Figura 3- Sintomas de brusone na folha.



Fonte: TORRES et al., 2015

2.4 Medidas de controle para a brusone

A brusone é considerada de difícil controle e diferentes métodos podem ser empregados para o controle da doença, sendo eles o químico, o cultural, o biológico e o genético. Algumas estratégias que são utilizadas baseiam-se na época de semeadura, no uso de fungicidas aplicados em parte aérea (GOULART et al., 1996) e na cultivar utilizada, dando preferência para as menos suscetíveis (ARRUDA et al., 2005; GOULART; PAIVA, 1991, 1992; URASHIMA et al., 2004; URASHIMA; KATO 1994).

2.4.1 Controle químico

O controle químico pode ser realizado preventivamente, quando as condições climáticas estiverem favoráveis, com aplicação de fungicidas na parte aérea, antes do espigamento. De modo geral recomenda-se uma aplicação no florescimento, e uma segunda aplicação após 10-12 dias. Entretanto, o controle da brusone mediante o uso de fungicidas tem demonstrado baixa eficiência, não passando de 50%, independentemente do princípio ativo utilizado, devido a questão de não proteger o alvo, no caso a ráquis da espiga (GOULART, 2004).

A eficiência de fungicidas no controle da brusone de trigo depende da incidência e da severidade da doença, e tende a variar de local para local (SANTANA et al., 2016a). A aplicação de fungicidas isolados ou em mistura demonstrou ser viável em situações de moderada pressão de doença, mesmo com cultivar suscetível (SANTANA et al., 2016b). A intensidade da doença tende também a variar em função do órgão considerado, folha ou espiga. Na safra de trigo de 2015 no Brasil, ocorreram altas incidência e severidade de brusone na maioria dos locais, resultando em baixo rendimento de grãos (SANTANA et al., 2016c). Especificamente na safra de 2015, tratamentos com mancozebe reduziram a doença em Campo Verde, Londrina, Campo Mourão, Palmeira, Rolândia e Uberaba (SANTANA et al., 2016c). A aplicação de fungicidas pode ser mais uma estratégia de controle para a brusone, mas se sabe que é de baixa eficiência de controle, apenas 30% a 50%, tendo em vista que a análise de custo/benefício deve ser avaliada (GOULART; SOUSA; URASHIMA, 2007). O outro método de controle é a utilização de fungicidas sugerido, os inibidores de quinona e oxidase (QoI),

muito utilizados no Brasil (MACIEL, 2011). Devido ao uso repetitivo do fungicida, provavelmente resultou em uma seleção para a resistência nos isolados de *P. oryzae* (CASTROAGUDÍN et al., 2015) tornando a eficiência de controle altamente variável (GOULART et al., 1996; MACIEL, 2011; URASHIMA; GALBIERI; STABILI, 2005).

2.4.2 Controle cultural

A intensidade da brusone em trigo varia de acordo com a data de semeadura, considerando o período de recomendação de cada região (COELHO et al., 2016). Assim, a escolha da época de semeadura pode ser uma estratégia eficiente visando à diminuição da pressão de inóculo na fase de espigamento da cultura. Na Bolívia, Brasil e Paraguai, atrasar a data de plantio reduz significativamente as perdas de produção (COELHO et al., 2016). De maneira geral as cultivares de ciclo mais longo têm tendência de apresentar uma menor incidência de espigas com brusone, uma vez que o período de espigamento das mesmas ocorre quando as condições de umidade e temperatura do ar não são favoráveis ao patógeno (GOULART; SOUSA; URASHIMA, 2007). Outro método é a utilização da cultura da soja, importante para a economia e exportação no Brasil, para reduzir o inóculo do fungo (CERESINI et al., 2018). Devido ao fato dela não ser uma gramínea (Poaceae) e sim uma leguminosa (Fabaceae), o fungo não irá conseguir completar seu ciclo, e assim diminuirá o inóculo para o próximo cultivo.

A quarentena também tem sido adotada para controle do fungo *P. oryzae*, já bem estabelecido na região de Bangladesh, evitando a disseminação do patógeno pela semente (GOVERNMENT OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF BANGLADESH, 1989, 2011; KHAN et al., 2016). Portanto reforçar as regras de quarentena e biossegurança nas regiões sem trigo, estratégias de manejo em áreas endêmicas de brusone, rotações de culturas ou outras práticas culturais e sanitárias, sementes saudáveis certificadas e melhores métodos de detecção de inóculo de sementes, tratamento de sementes com fungicida, previsão de doenças com base nas condições meteorológicas, criação de resistência à brusone do trigo, aplicação de fungicidas nas folhas e espigas e controle biológico são métodos para reduzir a disseminação de brusone para outras regiões contribuem para o controle da brusone (CERESINI et al., 2018).

2.4.3 Controle biológico

Com relação ao controle biológico, populações bacterianas associadas à rizosfera das culturas agrícolas podem apresentar potencial como agentes de controle biológico de fitopatógenos (WELLER, 1988; DANTAS et al., 2011). Casteliani (2016), em sua dissertação de mestrado, realizou coletas em duas regiões brasileiras onde se cultiva trigo, com o intuito de obter estirpes da rizosfera com potencial para o controle biológico da brusone. Entre as 606 estirpes de bactérias e actinobactérias obtidas da rizosfera de trigo e de solo de cultivo da cultura, 16 apresentaram, *in vitro*, diferentes porcentagens de inibição de *P. oryzae* (CASTELIANI, 2016).

2.4.4 Controle genético

Resistência é a capacidade da planta em impedir ou retardar a entrada e/ou desenvolvimento do patógeno em seus tecidos (PASCHOLATI, 1994). Para Fry (1982), a resistência do hospedeiro faz com que determinados genótipos sejam menos afetados pelas doenças do que outros de espécies semelhantes. De modo geral, a resistência de plantas a doenças é dividida em oligogênica quando a resistência é governada por poucos genes e poligênica quando o controle é efetuado por vários genes (VALOIS, 2016).

No que se refere ao controle genético, a busca por fontes de resistência ao patógeno tem sido constante das pesquisas desenvolvidas no Brasil. No tocante à avaliação da reação de germoplasma à brusone, a maioria das cultivares de trigo analisadas, até meados dos anos 2000, mostrou alta suscetibilidade. Apesar disso, vários são os trabalhos que indicam a existência de variabilidade genética de genótipos de trigo quanto à reação à doença (COELHO et al., 2016; MACIEL et al., 2014; PRESTES et al., 2007; URASHIMA et al., 2004; URASHIMA; KATO, 1994), mas ainda não há muitos genótipos com níveis altos de resistência.

Existe, também, uma circunstância que acaba tornando o processo de geração de cultivares resistentes à brusone ainda mais difícil. Ocorre que, sob condições de campo, a resistência de um determinado genótipo de trigo em uma região geográfica nem sempre se

confirma em outras regiões. De acordo com Urashima et al. (2004), essas diferenças na reação dos genótipos de trigo estão associadas à variabilidade do patógeno. Ainda, de acordo com Urashima et al. (2004), para que seja possível a identificação de genótipos resistentes, é necessário submeter genótipos de trigo a inoculações com isolados representativos de diferentes populações do patógeno.

Além de espécies do gênero *T. aestivum*, algumas espécies geneticamente afins ao trigo cultivado aparecem como alternativa para exploração de genes de resistência à brusone (CRUZ et al., 2010). Germoplasma dessas espécies, como *T. tauschii* (sinonímia *Aegilops squarrosa*, *Aegilops tauschii*), já foi explorado como fonte de resistência a manchas foliares (PRESTES et al., 1994) com resultados satisfatórios. Acessos dessa espécie também apresentaram reação de resistência a isolados de *P. oryzae*, em ensaios conduzidos por Urashima e Kato (1994), demonstrando a importância da sua utilização em programas de melhoramento que visem à resistência a doenças de trigo. Prestes et al. (2007) observaram que nenhum dos genótipos analisados apresentou alto nível de resistência a *P. oryzae*. Entretanto, considerando-se cultivares comerciais e linhagens do programa de melhoramento de trigo da Embrapa foi identificada grande variabilidade de severidade de brusone. Porém, trabalhos estrangeiros (CRUZ et al., 2011; PETERSON et al., 2011) indicam igualmente a existência de cultivares/linhagens de trigo com melhores níveis de resistência que os genótipos até então caracterizados. Foram identificados genótipos de trigo soft e de trigo duro com níveis de infecção inferiores a 10% (PETERSON et al., 2011). Níveis úteis de resistência na fase de espiga têm sido relatados em algumas cultivares, embora a maioria das cultivares de trigo da América do Sul sejam suscetíveis à brusone (URASHIMA et al., 2004; PRESTES et al., 2007; MACIEL et al., 2008; CRUZ et al., 2010). Algumas cultivares resistentes como Trigo BR-18 Terena apresentam suscetibilidade dependendo do ambiente (URASHIMA et al., 2005).

Foram identificados, 9 genes de resistência à *P. oryzae*, sendo nomeados *Rmg1* (TAKABAYASHI et al., 2002), *Rmg2* e *Rmg3* (ZHAN; MAYAMA; TOSA, 2008), *Rmg4* e *Rmg5* (NGA; HAU; TOSA, 2009), *Rmg6* (VY et al., 2014), *Rmg7* (TAGLE; CHUMA; TOSA, 2015) e *Rmg8* (ANH et al., 2015) e o *RmgGR119* (WANG et al., 2018). Somente *Rmg2*, *Rmg3*, *Rmg7* e *Rmg8* e *RmgGR119* que apresentaram resistência à isolados de *P. oryzae* de trigo. Os

genes *Rmg2* e *Rmg3*, localizados nos cromossomos 7A e 6B, respectivamente, conferem resistência de planta jovem na cultivar de trigo Thatcher (ZHAN; MAYAMA; TOSA, 2008). *Rmg7*, *Rmg8* e *RmgGR119* conferem resistência tanto em planta jovem quanto em espiga (WANG et al., 2018). Não há correspondência na reação ao patógeno nos estádios de planta jovem, folha bandeira e espigas de trigo (MACIEL et al., 2014; TORRES et al., 2015).

Uma associação entre a presença da translocação 2NS/2AS e a resistência de trigo à brusone também foi identificada (CRUZ et al., 2016). Este fragmento cromossômico (2NS), de 25 a 38 cM, oriundo de *Triticum ventricosum* (syn. *Aegilops ventricosa*), foi introduzido para o cromossomo 2AS da linhagem de trigo comum VPM1. A translocação 2NS/2AS (BARIANA; MCINTOSH, 1993) foi inicialmente introgridida de *A. ventricosa* ($2n = 4x = 28$) no híbrido interespecífico ‘VPM1’ (MAIA, 1967) e possui um cluster de genes de resistência de trigo à ferrugem estriada (Yr17, para *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*), à ferrugem da folha (Lr37, para *Puccinia triticina*) e à ferrugem do colmo (Sr38, para *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*). Posteriormente, foi identificada nessa translocação a presença de genes de resistência aos nematoides *Heterodera avenae* (JAHIER et al., 2001) e *Meloidogyne* spp. (WILLIAMSON et al., 2013). Helguera et al. (2003) desenvolveram primers, de domínio público, para a seleção eficiente desse cluster de genes (Yr17-Lr37-Sr38) nos programas de melhoramento genético de trigo. Neste estudo (CRUZ et al., 2016), foram identificados genótipos de trigo com menores índices de brusone e que não possuem a translocação 2NS/2AS, assim como genótipos com a translocação apresentando suscetibilidade. Sugere-se que a resistência atribuída pela translocação 2NS/2AS dependa da base genética da planta e/ou das condições ambientais. Assim, a identificação de novos genes de resistência continua sendo importante.

2.5 Antecedentes deste trabalho

Com objetivo de identificar fontes de resistência a *P. oryzae* em trigo, a partir de 2009, foi desenvolvida pela Embrapa uma iniciativa denominada Wheat Blast Genes Interaction (WheatBGIn). Espigas de genótipos de trigo de uma coleção foram caracterizadas quanto à reação à brusone. Os experimentos foram conduzidos por três safras (2010, 2011 e 2012), em diferentes locais (Planaltina – DF, Londrina – PR e Dourados – MS) onde a brusone é endêmica.

Foram avaliados 196 genótipos, em viveiros de brusone de trigo, sob condições naturais de infecção. Nos viveiros, as plantas são sujeitas a alta pressão de inóculo, o que permite a caracterização de resistência de amplo espectro. Dezenas de genótipos foram identificados como fontes de genes de resistência à infecção de *P. oryzae* nos viveiros. Os materiais foram avaliados através da variável severidade de branqueamento de brusone. Os genótipos foram avaliados em comparação com a cultivar Trigo BR 18-Terena, considerada na literatura como resistente a brusone. Os materiais que apresentaram severidade de branqueamento menor que BR 18-Terena foram selecionados para estudos mais aprofundado. Dentre os materiais considerados resistentes ao patógeno, 14 deles foram selecionados para o presente estudo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material vegetal

Para esse estudo foram selecionados quatorze genótipos, dois suscetíveis e 12 resistentes (Tabela 1). Anahuac 75 e BRS 209 foram utilizados como controles de suscetibilidade. O grupo de resistentes é composto por Trigo BR 18-Terena (doravante identificado como “BR 18”), que é amplamente conhecida por apresentar resistência durável a brusone do trigo no Brasil, e outros onze genótipos que foram previamente identificados apresentando incidência de brusone mais baixa do que BR 18 em condições de viveiros de brusone (*hotspots*).

Tabela 1 - Genótipos de trigo caracterizados quanto ao efeito da brusone sobre a produção de grãos. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2020.

Genótipos de trigo	Código BAG* Embrapa Trigo	Genealogia	Ano de lançamento	País de origem
Suscetíveis				
Anahuac 75	BGT 00443	II-12300//Lerma-Rojo-64/II-8156/3/Norteno-67	1975	México
BRS 209	BGT 14405	Jupateco 73/Embrapa 16	2002	Brasil
Resistentes				
BRS 229	BGT 14408	Embrapa 27*3//BR 35/Buck Poncho	2004	Brasil
BRS Angico	BGT 01454	PF 87107/2*IAC 13	2002	Brasil
CPAC 07340	BGT 20389	CPAC 96306/CPAC 9985	-	Brasil
CPAC 07434	BGT 20388	Taurum/BRS 254	-	Brasil
CBFusarium ENT014	BGT 15263	Sem informação	-	México
Embrapa 27	BGT 03372	PF 83743/5/PF 83182/4/CNT 10*4//Lagoa Vermelha*5/Agatha/3/Londrina*4/Agent// Londrina*3/Nyu Bay	1994	Brasil
Huanca	BGT 04275	Frocor/3/McMurachy/Kentana//Yaqui-50/4/MariaEscobar/MN-2698/5/Maria-Escobar	1973	Peru
PF 909	BGT 11109	PF 83743/PF 82252//PF 84433/BR 35	-	Brasil
Safira	BGT 15079	PF9099 /OR-1//Granito	2003	Brasil
Thatcher	BGT 13324	Marquis/Iumillo(durum)//Marquis/Kanred	1934	EUA
Trigo BR 18-Terena	BGT 13539	Sem informação	1986	-
Trigo Chapéu	BGT 13588	Sem informação	-	-

*Banco de Germoplasma

BR 18, cujo cruzamento é desconhecido, foi desenvolvida ou introduzida pela Uepae-Dourados/Embrapa Agropecuária Oeste (SOUSA; CAIERÃO, 2014). Desde seu lançamento em 1986 até a safra 2017, integra o grupo de cultivares de trigo indicadas para cultivo no Brasil central. É uma introdução na Embrapa Trigo de uma linhagem criada pelo Cimmyt, e foi lançada para cultivo no Mato Grosso do Sul e no Paraná, sendo posteriormente estendida para São Paulo e Rio Grande do Sul (SOUSA, 2002). Desde seu lançamento, é reportada como moderadamente resistente (TORRES et al., 2009) e foi caracterizada como moderadamente resistente a *P. oryzae* em condições de campo.

BRS 229 foi desenvolvida pela Embrapa Soja. É reportada como moderadamente resistente (TORRES et al., 2009) e/ou resistentes a *P. oryzae* (RCBPTT, 2011, 2017). Foi indicada para cultivo no estado do Paraná a partir de 2004 (BRUNETTA et al., 2006), devido à resistência às principais doenças fúngicas, entre outras características.

BRS Angico (linhagem PF 960198) foi desenvolvida pela Embrapa Trigo. Indicada para cultivo no Rio Grande do Sul em 2002 e para Santa Catarina (DEL DUCA et al., 2005) e Paraná (SÓ; SILVA et al., 2005). Até então, BRS Angico não havia sido identificada como fonte de resistência à brusone (RCCBPT, 2005; RCSBPTT, 2007; RCBPTT, 2008). Como BRS Angico, este é o primeiro relato em que Safira é identificada como fonte de resistência à brusone. Sendo este o primeiro relato em que BRS Angico é identificado como fonte de resistência à brusone.

Embrapa 27 foi desenvolvida pela Embrapa Trigo. Empregada frequentemente na década de 1990 para cruzamentos no Brasil (SOUSA; CAIERÃO, 2014), sendo importante na composição de cultivares da OR Melhoramento de Sementes Ltda. e da Biotrigo Genética Ltda. (CAIERÃO et al., 2014). Essa cultivar foi caracterizada quanto à reação à inoculação de 18 isolados de *P. oryzae*, em estágio de planta jovem, e foi classificada entre os genótipos apresentando as menores médias de severidade da doença na folha (CRUZ et al., 2010). Embrapa 27 foi identificada como resistente no estágio de planta adulta, considerando a doença em espigas.

Safira (linhagem ORL 98204) foi desenvolvida pela OR Sementes Ltda. Cultivar desenvolvida em cotitularidade da OR Melhoramento e da Biotrigo. Desde o seu primeiro relato, em RCCBPT (2005) até RCBPTT (2017), incluindo as safras de 2007 a 2016, não

constava informação sobre a reação dessa cultivar à brusone. Sendo este o primeiro relato em que Safira é identificada como fonte de resistência à brusone.

CBFusarium ENT014 foi empregado como parental masculino de uma população de linhagens duplo-haploides, desenvolvida no Laboratório de Biotecnologia da Embrapa Trigo. Thatcher foi uma das primeiras cultivares de trigo desenvolvidas especificamente para resistência à ferrugem do colmo (VANEGAS; GARVIN; KOLMER, 2008).

3.5 Local de condução dos ensaios

O município de Patos de Minas localizado no estado de Minas Gerais – Brasil, possui como coordenadas geográficas latitude 18° 34' 44" sul, longitude 46° 31' 04" oeste e altitude de 842 metros. O clima da cidade é o tropical de altitude, com temperatura média anual de 21,5 °C. Média máxima anual de 28 °C e média mínima anual de 16,5 °C. O período onde são registradas as mais altas temperaturas é compreendido entre setembro e março. Por outro lado, entre maio e agosto são registradas as menores médias térmicas. O índice pluviométrico anual é superior a 1.400 milímetros (mm). O período de maior pluviosidade ocorre entre outubro e abril. Os ventos são, em geral, fracos, e sua maior força ocorre em agosto (PATOS DE MINAS, 2020).

3.3 Procedimentos experimentais

Três experimentos foram conduzidos no Campo Experimental de Sertãozinho na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), no Distrito de Sertãozinho, município de Patos de Minas, no estado de Minas Gerais, Brasil. Três classes de ciclos foram representadas por genótipos de trigo com diferentes tempo de espigamento (em dias): precoce -de 54 a 62 dias (Anahuac 75, BR 18, CPAC 07340, CPAC 07434, Huanca e PF 909); médio -de 66 a 73 dias (BRS 209, BRS 229, BRS Angico, CBFusarium ENT014, Embrapa 27 e Safira); e tardio -de 82 to 86 dias (Thatcher e Trigo Chapéu).

Experimento 1: Foram realizadas três sementeiras, respectivamente em 10 de março, 04 de abril e em 29 de abril de 2014. A área experimental foi preparada com aplicação de glifosato para dessecação das plantas invasoras na dose de 3,0 litros por hectare. As parcelas foram sulcadas com utilização de uma semeadora de parcelas tratorizada de cinco linhas. Antes da sementeira (realizada manualmente), aplicou-se 7 gramas/metro linear de fertilizante formulado NPK (8-28-16). Após a aplicação no sulco de sementeira, o fertilizante foi incorporado ao solo para evitar contato direto com as sementes. Vinte e cinco dias após a germinação total das parcelas, aplicou-se 3,56 gramas de ureia (45% N) por metro linear de sulco, em cobertura. Neste período foram realizadas irrigações com lâminas semanais de 12 mm de água, exceto quando ocorriam chuvas nos respectivos intervalos. Durante o ciclo da cultura foram realizadas capinas manuais para eliminação de plantas invasoras. Não foi necessária aplicação de inseticidas e fungicidas durante a condução dos experimentos nas três épocas de sementeira. As parcelas experimentais de 3,2 metros quadrados consistiram em quatro linhas de 4,0 metros de comprimento e espaçamento de 0,20 metros. O delineamento de blocos foi ao acaso, com três repetições. A área útil da parcela foi de 1,6 metros quadrados e inclui as duas linhas centrais de 4,0 metros de comprimento. A sementeira realizada foi manual distribuindo-se 85 sementes por metro linear de sulco. A colheita dos experimentos ocorreu entre os dias 10 de junho e 18 de agosto para a primeira época de sementeira, entre 11 de julho e 23 de setembro para a segunda época, e entre 2 de agosto e 9 de outubro de 2014, para a terceira época.

Experimento 2: Foi em 26 de fevereiro, 24 de março e 20 de abril de 2015, 1^a, 2^a e 3^a época, respectivamente. A área experimental foi preparada conforme experimento 1. As parcelas experimentais constaram de cinco linhas de 4,0 metros de comprimento e espaçamento de 0,20 metros. Foram quatro repetições. A área útil da parcela constou dos 1,8 metros quadrados colhidos nas três fileiras centrais da parcela, onde eliminou-se 0,5 metros das extremidades das linhas. Em seguida foi realizada a sementeira manualmente distribuindo 70 sementes por metro linear de sulco. A colheita dos experimentos ocorreu entre os dias 15 de maio e 10 de agosto para a primeira época de sementeira, entre 19 de junho e 10 de setembro na segunda época, e 20 de julho e 9 de setembro de 2015 para terceira época.

Experimento 3: A semeadura foi realizada unicamente em 24 de fevereiro de 2017. A área experimental foi preparada conforme experimento 1 e 2. Foram três repetições. As parcelas experimentais constaram de 5 linhas de 5 metros de comprimento. A área útil da parcela constou das três fileiras centrais eliminando-se 0,5 m em ambas as extremidades das parcelas, perfazendo 2,4 metros quadrados. Em seguida foi realizada a semeadura manualmente distribuindo 70 sementes por metro linear. O experimento foi colhido do dia 19 de maio até 14 de agosto de 2017.

3.4 Avaliações realizadas

Em 2014, 2015 e 2017, as variáveis avaliadas foram a incidência e a severidade de brusone a campo, para os genótipos. Em 2019, na Embrapa Trigo, localizada no município de Passo Fundo - RS foi realizada a avaliação do rendimento de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e foram estimadas as perdas de produtividade (%).

3.4.1 Incidência de brusone em espigas de trigo

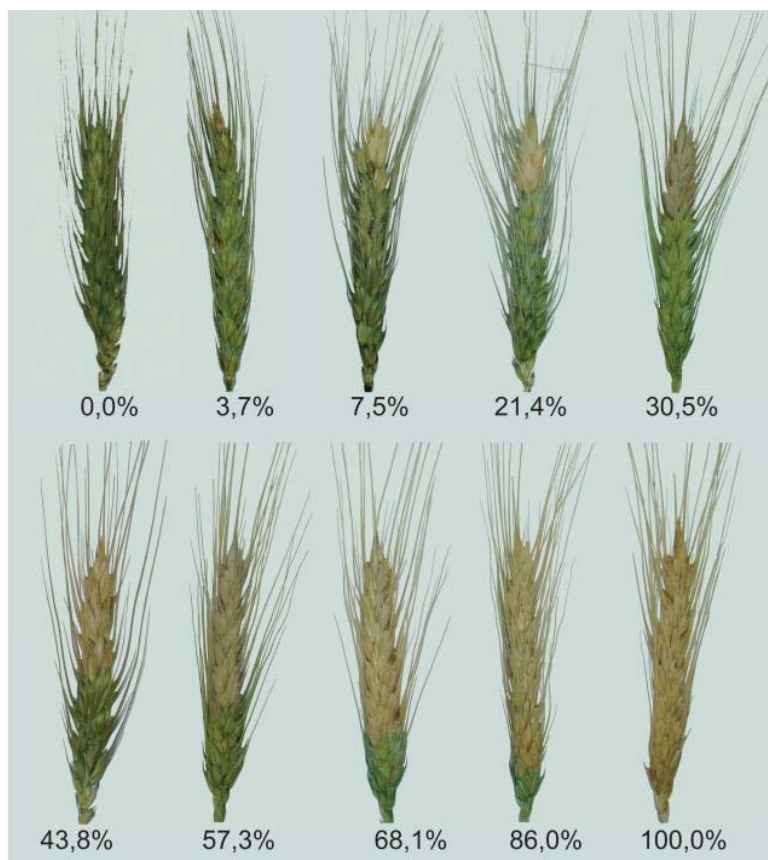
A incidência de brusone em espigas de trigo foi avaliada, coletando espigas a campo na fileira central da parcela, a partir do momento da ocorrência dos sintomas de branqueamento das espigas. Foram amostradas 100 espigas ao acaso da área útil da parcela, e foram contadas as espigas com sintomas no laboratório, conforme a fórmula abaixo.

Incidência de brusone (%) = (número de espigas com sintomas x 100) / (total de espigas)

3.4.2 Severidade de brusone em espigas de trigo

Para a quantificação da severidade de brusone em espigas de trigo, foi utilizada escala diagramática (Figura 4). Uma única avaliação foi realizada para a severidade, considerando-se as mesmas 100 espigas avaliadas quanto à incidência.

Figura 4 - Escala diagramática para a quantificação da severidade de brusone em espigas de trigo.



Fonte: Maciel et al. (2013)

3.4.3 Rendimento de grãos de trigo

O rendimento de grãos foi avaliado a partir da pesagem dos grãos de trigo colhidos da área útil de cada parcela, em gramas/m². Em seguida, foi feita a estimativa do rendimento em kg.ha⁻¹.

3.4.4 Danos à produtividade de trigo

Os danos à produtividade foram estimados pela diferença entre a produtividade da terceira época, com baixa incidência de brusone, e a produtividade da primeira época, com alta incidência da brusone, para cada genótipo de trigo.

3.5 Análise de dados

As variáveis foram submetidas à análise de variância. A significância da interação entre época de semeadura e genótipo foi analisada. As médias das épocas de semeadura foram comparadas com o teste de Tukey com 5% de probabilidade e as médias dos genótipos foram comparadas com o teste de Scott-Knott com 5% de probabilidade. Análises de correlação entre as variáveis foram realizadas pelo coeficiente de correlação de Pearson.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O trigo é afetado por várias doenças, levando a perdas de rendimento e qualidade. Reduções de rendimento causadas por patógenos foliares ocorrem devido à diminuição da capacidade fotossintética da planta, enquanto que patógenos de espiga prejudicam o desenvolvimento dos grãos (HELLEMANS et al., 2018). *P. oryzae*, o patógeno da brusone do trigo, coloniza os tecidos da ráquis, causando redução na translocação de nutrientes para os grãos, que se tornam murchos e com baixo peso (GOULART; SOUSA; URASHIMA, 2007). A resistência genética é a alternativa mais econômica e ambientalmente correta para o manejo da brusone. No entanto, maiores reduções no rendimento são observadas quando a intensidade da doença é mais alta (RIOS et al., 2017). Dessa forma, a avaliação da perda de produtividade é necessária para verificar a eficácia das práticas de controle atuais (OERKE, 2006). No presente trabalho, genótipos de trigo previamente identificados como resistentes foram avaliados sob alta pressão da doença.

Todas as variáveis - incidência e severidade da brusone, índice de doença e rendimento de grãos - foram influenciadas pelo ciclo e pela época de semeadura, bem como pela interação de ambos. Para todos os ciclos, a intensidade da doença é mais alta na primeira época de semeadura (Tabela 2). A única exceção são os valores de severidade do ciclo precoce que foram semelhantes na 1ª e a 2ª época. A variação do índice de doença segue a tendência dos valores

de incidência. Para um grupo diferente de genótipos de trigo, também foram observadas intensidades de doenças mais altas na 1ª época de semeadura (COELHO et al., 2016). O rendimento de grãos foi maior na 3ª época de semeadura, nos ciclos precoce e médio. Para o ciclo tardio, o rendimento na 2ª época foi maior, mas não significativamente diferente da 3ª época, e as médias das 3ª e 1ª época não também diferiram estatisticamente. As diferenças na produção de grãos em diferentes épocas de semeadura são resultado da influência da intensidade da doença e da adaptabilidade dos genótipos de trigo analisados para a região 4 de cultivo no Brasil.

Tabela 2 - Média da incidência e severidade de brusone, índice da doença e rendimento de grãos de diferentes genótipos de trigo com três ciclos e em três épocas de semeadura nos anos de 2014 e 2015.

Variáveis	Época	Ciclo					
		Precoce		Médio		Tardio	
Incidência (%)	1	24,97	a A	18,40	a B	30,43	a A
	2	6,42	b A	3,19	b A	6,07	b A
	3	1,11	c A	0,29	b A	0,93	b A
Severidade (%)	1	48,86	a B	46,23	a B	59,00	a A
	2	46,83	a A	36,31	b B	45,07	b A
	3	18,33	b B	5,83	c C	26,29	c A
Índice da doença (%)	1	0,1223	a B	0,0857	a C	0,1750	a A
	2	0,0294	b A	0,0149	b A	0,0274	b A
	3	0,0060	c A	0,0011	b A	0,0049	b A
Rendimento (kg.ha ⁻¹)	1	1706,33	c A	2152,28	b A	824,38	b B
	2	3697,26	b A	3721,84	a A	2053,76	a B
	3	4416,33	a A	4120,24	a A	1423,79	ab B

As médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas linhas e letras minúsculas iguais nas colunas, para cada variável, não diferem pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade.

Os dados da 1ª época foram considerados para análise conjunta dos três anos de avaliação (2014, 2015 e 2017). Para todas as variáveis analisadas, houve um efeito altamente significativo do genótipo de trigo ($p \leq 0,01$). A comparação das médias dos grupos de genótipos pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade é apresentada na Tabela 3. A maior incidência

de brusone, severidade de brusone e índice de doença foram apresentados pelo grupo de Anahuac 75, amplamente conhecido por ser suscetível a um grande número de isolados do patógeno. Seu cultivo no Brasil foi abandonado nos anos 90 devido à brusone do trigo. O segundo grupo de valores de incidência foi formado por BRS 209 (52,6%), Thatcher (48,7%) e Huanca (38,4%). BRS 209 também é altamente suscetível a *P. oryzae*. Huanca e Thatcher não confirmaram em Patos de Minas o padrão de resistência observado nos *hotspots*. Esses dois grupos de genótipos suscetíveis têm médias de incidência de 38,4 a 63,5%, contrastando com os experimentos realizados em Dourados e Indápolis (MS, Brasil), onde os genótipos mais suscetíveis apresentaram incidência de brusone de 95 a 98%, enquanto BR 18 apresentou 27 e 42% da incidência de brusone, respectivamente (GOULART; SOUSA; URASHIMA, 2007). No presente trabalho, para o grupo de genótipos resistentes, que inclui BR 18, as menores incidências variaram entre 9,3 e 27,4%, indicando esses genótipos como importantes fontes de resistência à brusone.

Maiores diferenças entre os grupos de genótipos foram observadas para incidência, já que para severidade dois grupos de médias foram identificados (Tabela 3). Dez genótipos apresentaram maiores valores de severidade, variando de 47,8 a 65,8%. As referências de susceptibilidade (Anahuac 75) e resistência (BR 18) para este trabalho estavam nesse mesmo grupo. Sugere-se que há menor resistência à colonização pelo patógeno nos tecidos da espiga. Em contraste com essa observação, Rios et al. (2016) relataram que a resistência genética da BR 18 provavelmente teve mais efeito na severidade. O estabelecimento do processo infeccioso depende estritamente da temperatura e do período de molhamento, enquanto a colonização futura (e provavelmente o progresso da severidade) pode continuar mesmo em condições acima ou abaixo do ideal para o patógeno (CARDOSO; REIS; MOREIRA, 2008). Nas condições deste trabalho, para este conjunto de genótipos de trigo, a severidade de brusone não é informativa para as avaliações de resistência. Além disso, não foi observada correlação entre a severidade da brusone e o rendimento de grãos ou os danos ao rendimento (Tabela 4).

Tabela 3 - Média da incidência e severidade da brusone, índice de doença, rendimento de grãos e perdas de rendimento para os quatorze genótipos de trigo, na primeira época de semeadura, nos anos de 2014, 2015 e 2017 em Patos de Minas - MG, Brasil.

Genótipos de trigo	Incidência (%)	Severidade (%)	Índice da doença (%)	Rendimento (kg.ha ⁻¹)	Danos de rendimento (%)
Trigo Chapéu	27,0 c	57,7 a	14,5 c	1588,5 b	33,3 b
Huanca	38,4 b	50,9 a	19,0 c	1610,2 b	43,1 b
BRS Angico	16,4 c	50,4 a	8,1 c	2789,3 a	44,3 b
PF 909	14,2 c	51,7 a	7,4 c	2917,8 a	45,3 b
BRS 229	9,4 c	49,1 a	5,0 c	2567,6 a	45,7 b
CBFusarium ENT014	14,7 c	41,2 b	5,7 c	2104,7 a	48,6 b
CPAC 07434	27,4 c	47,8 a	12,9 c	2681,1 a	48,8 b
Embrapa 27	14,7 c	48,6 a	7,7 c	2584,0 a	48,9 b
CPAC 07340	20,8 c	42,8 b	9,8 c	2527,7 a	54,4 b
BR 18	20,6 c	53,8 a	10,7 c	2347,6 a	54,8 b
Safira	9,3 c	32,3 b	4,1 c	1953,4 a	62,9 a
Anahuac 75	63,5 a	65,8 a	43,9 a	1220,9 b	69,7 a
BRS 209	52,6 b	43,8 b	24,5 b	701,3 c	76,9 a
Thatcher	48,7 b	55,5 a	26,9 b	392,7 c	79,2 a

As médias seguidas de letras iguais, para cada característica, não diferem pelo teste de Scott-Knott, com 5% de probabilidade.

O índice de doença de Anahuac 75 (43,9%) é significativamente diferente dos outros genótipos. O grupo com o menor índice de doença apresenta valores variando entre 4,1 e 19,0% (Tabela 3). Apesar da correlação positiva entre índice de doença com a incidência ($r=0,97$) e com a severidade (0,66) (Tabela 4), a designação dos grupos segue uma tendência comparável de incidência e não de severidade. Com base nesses resultados, incidência é uma medida de intensidade da brusone confiável e mais precisa. A incidência apresentou correlação significativa com o rendimento de grãos (-0,81) e com os danos de rendimento (0,63) (Tabela 4).

Tabela 4 - Coeficiente de correlação de Pearson entre incidência de brusone, severidade de brusone, índice da doença, rendimento do grão e danos de rendimentos nos quatorze genótipos de trigo.

	Incidência	Severidade	Índice da doença	Rendimento	Danos de rendimento
Incidência	-	0.55 *	0.97 ***	-0.81 ***	0.63
Severidade		-	0.66 *	-0.24	-0.02
Índice da doença			-	-0.73 **	0.59
Rendimento				-	-0.70
Danos de rendimento					-

*, **, *** Significância pelo teste F, com 5%, 1% e 0,1% de probabilidade.

Três grupos de médias de produção de grãos foram formados pelo teste de Scott-Knott com 5% de probabilidade. Nove dos 14 genótipos avaliados, incluindo a BR 18, apresentaram os maiores rendimentos, variando entre 1.953,4 (Safira) e 2.917,3 kg.ha⁻¹ (PF 909). Esses valores estão próximos das médias obtidas em 2019 no estado de Minas Gerais (2.367 kg.ha⁻¹) e no Brasil (2.526 kg.ha⁻¹) (CONAB, 2020). Sob condições climáticas favoráveis à ocorrência da brusone, semelhante rendimento médio (2.208 kg.ha⁻¹) foi encontrado para a BR 18 (RIOS et al., 2016).

Os danos das culturas podem ser expressos em termos absolutos (kg.ha⁻¹) ou em termos relativos (perda em %). A definição da FAO de perda de rendimento é a diferença entre o rendimento potencial (determinado pelo genótipo em um ambiente específico) e o rendimento real, que é realmente colhido (SAVARY et al., 2012). No presente estudo, as perdas de produtividade foram estimadas em termos de percentual de redução da produtividade em relação à época de semeadura com maior produtividade, para cada genótipo de trigo. As menores perdas de rendimento foram observadas para a BR 18 e outros nove genótipos, variando entre 33,3 e 54,8% (Tabela 3). Outro grupo com os quatro genótipos restantes apresentou média de perdas de 72,2% (uma variação entre 62,9 e 79,2%).

No Mato Grosso do Sul, sob infecção natural, os danos ao rendimento oscilaram de 10,5 a 13% (GOULART; SOUSA; URASHIMA, 2007). No entanto, considerando uma cultivar de trigo altamente suscetível na mesma região, a redução de produtividade atingiu 51% (GOULART; PAIVA, 2000). Para localidades onde a brusone não é endêmica, a ocorrência da doença depende de inoculações (RIOS et al., 2016). A análise de quatro genótipos de trigo com diferentes níveis de resistência, após a inoculação, revelou reduções de rendimento de 19 a 42% (GOMES et al., 2017). Em Patos de Minas, com um conjunto diferente de genótipos de trigo, foi relatado um mínimo de 62,8% de perdas de rendimento (COELHO et al., 2016). No presente trabalho, a maioria dos materiais (71,4%) apresentou baixas reduções de produtividade. É possível estimar que o uso desses genótipos pode evitar uma média de 25,5% das perdas de rendimento.

As estimativas gerais dos danos de rendimento causadas pela brusone do trigo nos países da América do Sul variam de 10 a 100% (KOHLI et al., 2011). Na verdade, os impactos no rendimento devido à doença dependem da resistência dos materiais, das condições ambientais e das populações de patógenos, que tendem a ser diversas em diferentes regiões. Os valores médios do índice de doença variaram com faixas semelhantes no Brasil e na Bolívia (CRUZ et al., 2019). No entanto, sob alta pressão de doença, reduções na produtividade são maiores no Brasil. De fato, os danos ao rendimento foram positivamente correlacionados com a incidência de brusone e o índice de doenças, mas também foram negativamente correlacionados com o rendimento de grãos (Tabela 4). A significância dessas correlações variou com diferentes genótipos de trigo (GOMES et al., 2017) e também pode estar relacionada ao tempo da infecção das espigas pelo patógeno (GOULART; SOUSA; URASHIMA, 2007). As infecções que ocorrem mais cedo tendem a causar maiores reduções de rendimento.

Linhagens com a translocação 2NS / 2AS são atualmente utilizadas como fontes de resistência à brusone nos países da América do Sul e em Bangladesh (CRUPPE et al., 2020). Além da variabilidade da severidade da doença conferida por essa translocação, seu uso exclusivo pode causar a seleção de raças mais agressivas do patógeno. Assim, é imprescindível encontrar novas fontes de resistência à brusone (CRUZ; VALENT, 2017). Buscando identificar fontes de resistência à brusone do trigo sem a translocação 2NS/2AS, 780 acessos foram

avaliados. Quatro trigos de primavera e quatro trigos silvestres foram identificados como resistentes ou moderadamente resistentes ao patógeno (CRUPPE et al., 2020). No entanto, não foram obtidos dados sobre o rendimento de grãos. O presente trabalho identificou genótipos de trigo com intensidade de brusone e danos ao rendimento reduzidos em local com alta pressão do patógeno no Estado de Minas Gerais (localizado na região de Cerrados), onde a brusone é endêmica. Curiosamente, a maioria dos genótipos de trigo com menores perdas apresentaram os maiores rendimentos de grãos sob condições favoráveis à brusone de trigo (Tabela 3). Além de CBFusarium ENT014 e CPAC 07434, o grupo com maior produtividade de grãos e menores perdas de produção inclui a BR 18 como outros cinco genótipos que não possuem a translocação 2NS/2AS: BRS Angico, PF 909, BRS 229, Embrapa 27 e CPAC 07340 (FERREIRA et al., 2018). Todos esses genótipos são boas opções para programas de melhoramento, tanto para melhorar a reação à doença quanto o rendimento de grãos.

5 CONCLUSÃO

A incidência de brusone foi o melhor parâmetro para avaliar a resistência do trigo e distinguir grupos de genótipos. As menores incidências de brusone variaram de 9,3 a 27,4%, sendo os genótipos Trigo Chapéu, BRS Angico, PF 909, BRS 229, CBFusarium ENT014, CPAC 07434, Embrapa 27, CPAC 07340, BR 18 e Safira. O grupo com maior rendimento de grãos e menor dano à produtividade inclui a BR 18, BRS Angico, PF 909, BRS 229, Embrapa 27 e CPAC 07340, que não possuem a translocação 2NS/2AS. A incidência de brusone foi positivamente correlacionada com os danos ao rendimento de grãos e negativamente correlacionada com o rendimento de grãos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há poucos estudos que relacionam a brusone do trigo com a produtividade. O presente trabalho analisou produtividade de genótipos de trigo quando submetidos à brusone nas condições de campo e abre novas perspectivas para avaliar outros genótipos de trigo bem como indica características a serem avaliadas. A identificação de genótipos resistentes à brusone se torna cada vez mais uma prioridade para os programas de melhoramento, devido a grande variabilidade de isolados de *P. oryzae*, que dificultam a conservação da resistência de ano para ano. Poder relacionar este trabalho, que foi realizado a campo, com trabalhos desenvolvidos nos anos anteriores, em condições favoráveis para o aparecimento do fungo, é importante para comparar como os genótipos se comportam ao longo dos anos, quando utilizados os mesmos genótipos, e para selecionar novas fontes de resistência, quando avaliados novos genótipos. Em trabalhos futuros, a abordagem pode ser mais ampla, visando explorar outras variáveis como peso do hectolitro e peso de mil grãos. Além disso, novos genótipos/cultivares devem ser avaliados quanto à resistência à brusone nas condições do Brasil Central.

REFERÊNCIAS

ABITRIGO - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INSÚSTRIA DO TRIGO. **Trigo & Farinhas**. Resumo diário. Campinas - SP. 2011. Disponível em: <<http://www.abitrigo.com.br/boletins/ABTrigoefarinhas0610882.pdf>>. Acesso em: 28 de agosto de 2020.

ABRECHT, J. C. **Cuidados na colheita e pós-colheita do trigo no Cerrado do Brasil central**. Pelotas: Revista Cultivar, 2009. Disponível em: <<https://www.grupocultivar.com.br/noticias/artigo-cuidados-na-colheita-e-pos-colheita-do-trigo-no-cerrado-do-brasil-central>>. Acesso em: 29 jun. 2019.

ALBERIONE, E.; BAINOTTI, C.; CETTOUR, I.; SALINES, J. Evaluación de enfermedades en trigos en siembra de verano en el NEA argentino-Campaña 2007/2008. In: CONGRESO NACIONAL DE TRIGO, 7º, 2008, Santa Rosa. **Anais...** Santa Rosa: Universidad Nacional La Pampa, 2008.

ALBERTO, C. M. **Modelagem do desenvolvimento e do balanço de água no solo em trigo**. 2008. 123f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2008.

ALVES, K. J. P.; FERNANDES, J. M. C. Influência da temperatura e da umidade relativa do ar na esporulação de *Magnaporthe grisea* em trigo. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n.6, p. 579-584, 2006.

ANH, V. L.; ANH, N. T.; TAGLE, A. G.; VY, T. T. P.; INOUE, Y.; TAKUMI, S.; CHUMA, I.; TOSA, Y. *Rmg8*, a new gene for resistance to *Triticum* isolates of *Pyricularia oryzae* in hexaploid wheat. **Phytopathology**, v. 105, n. 12, p. 1568-1572, 2015.

ANJOS, J. R. dos N.; DA SILVA, D. B.; CHARCHAR, M. J. D.; RODRIGUES, G. C. Ocorrência de brusone (*Pyricularia grisea*) em trigo e centeio na região dos cerrados do Brasil Central. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 31, n. 1, p. 79-82, 1996.

ARRUDA, M. A.; BUENO, C. R. N. C.; ZAMPROGNO, K. C.; LAVORENTI, N. A.; URASHIMA, A. S. Reação do trigo à *Magnaporthe grisea* nos diferentes estádios de desenvolvimento. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 121-126, 2005.

BAREA, G., TOLEDO, J. **Identificación y zonificación de *Pyricularia* o brusone (*Pyricularia oryzae*) en el cultivo de trigo en el departamento de Santa Cruz.** Centro de Investigación Agrícola Tropical. Informe Técnico. Proyecto de Investigación Trigo. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, p. 76-86, 1996.

BARIANA, H. S.; MCINTOSH, R. A. Cytogenetic studies in wheat. XV. Location of rust resistance genes in VPM1 and their genetic linkage with other disease resistance genes in chromosome 2A. **Genome**, v. 36, n. 3, p. 476-482, 1993.

BEDENDO, I. P.; PRABHU, A. S. Doenças do arroz. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. (Ed.). 2005. **Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas** (v. 2). 4 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p. 79-90.

BHATTACHARYA, R.; PAL, S. **Deadly wheat blast symptoms enters India through the Bangladesh border, Bengal govt burning crops on war footing.** Hindustan Times, India, 2017. Disponível em: <<https://www.hindustantimes.com/kolkata/deadly-wheat-blast-symptoms-enters-india-through-the-bangladesh-border-bengal-govt-burning-crops-on-war-footing/story-3zoWQ0H7sdMU4HxQyzWUsN.html>>. Acesso em: 15 jul. 2019.

BRUNETTA, D.; BASSOI, M. C.; DOTTO, S. R.; SCHEEREN, P. L.; MIRANDA, M. Z. de; TAVARES, L. C. V.; MIRANDA, L. C. Características e desempenho agrônômico da cultivar de trigo BRS 229 no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 5, p. 889-892, 2006.

CABRERA, M. G.; GUTIÉRRES, S. A. Primer registro de *Pyricularia grisea* en cultivos de trigo del NE de Argentina. In: ACTAS DE LA REUNIÓN DE COMUNICACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS, SGCYT, 2007, Corrientes. **Anais...** Corrientes: Universidade Nacional de Nordeste/Secretaría General De Ciencia y Técnica (SGCYT), 2007. Disponível em: <http://www.agr.unne.edu.ar/images/documentos/extension/Res2007/SanVegetal/SanVegetal_06.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2019.

CAIERÃO, E.; SCHEEREN, P. L.; SÓ E SILVA, M.; DE CASTRO, R. L.; CARGNIN, A. Uso do germoplasma da Embrapa nos programas de melhoramento de trigo no Brasil. **Ciência Rural**, v. 44, n. 1, p. 57-63, 2014.

CARDOSO, C. A. de A.; REIS, E. M.; MOREIRA, E. N. Development of a warning system for wheat blast caused by *Pyricularia grisea*. **Summa Phytopathologica**, v. 34, n. 3, p. 216-221, 2008.

CARVALHO, M. V. **Ocorrência, contágio e associação em sementes de milho (*Zea mays* L.)**. 1997. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.

CASTELIANI, A. G. B. **Estruturas e diversidade das comunidades bacterianas associadas à *Triticum aestivum* L. e potencial antagonista contra os fitopatógenos *Pyricularia grisea* e *Fusarium graminearum***. 2016. 121f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - USP/Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2016.

CASTROAGUDÍN, V. L.; CERESINI, P. C.; DE OLIVEIRA, S. C.; REGES, J. T. A.; MACIEL, J. L. N.; BONATO, A. L. V.; DORIGAN, A. F.; MCDONALD, B. A. Resistance to QoI Fungicides Is Widespread in Brazilian Populations of the Wheat Blast Pathogen *Magnaporthe oryzae*. **Phytopathology**, v. 105, n. 3, p. 284-294, 2015.

CASTROAGUDÍN, V. L.; MOREIRA, S. I.; PEREIRA, D. A. S.; MOREIRA, S. S.; BRUNNER, P. C.; MACIEL, J. L. N.; CROUS, P. W.; MCDONALD, B. A.; ALVES, E.; CERESINI, P. C. *Pyricularia graminis-tritici*, a new *Pyricularia* species causing wheat blast. **Persoonia - Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi**, v. 37, n. 1, p. 199-216, 2016.

CERESINI, P. C.; CASTROAGUDÍN, V. L.; RODRIGUES, F. Á.; RIOS, J. A.; AUCIQUE-PÉREZ, C. E.; MOREIRA, S. I.; ALVES, E.; CROLL, D.; MACIEL, J. L. N. Wheat Blast: Past, Present, and Future. **Annual Review of Phytopathology**, v. 56, n. 1, p. 427-456, 2018.

CERESINI, P. C.; CASTROAGUDÍN, V. L.; RODRIGUES, F. Á.; RIOS, J. A.; AUCIQUE-PÉREZ, C. E.; MOREIRA, S. I.; CROLL, D.; ALVES, E.; DE CARVALHO, G.; MACIEL, J. L. N.; MCDONALD, B. A. Wheat blast: from its origins in South America to its emergence as a global threat. **Molecular Plant Pathology**, v. 20, n. 2, p. 155-172, 2019.

COELHO, M. A. de O.; TORRES, G. A. M.; CECON, P. R.; SANTANA, F. M. Sowing date reduces the incidence of wheat blast disease. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 5, p. 631-637, 2016.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **A cultura do trigo**. Brasília: Conab, 2017. 218 p.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Safra 2019/20 - Primeiro levantamento.** Outubro 2019. Available at: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 15 Nov. 2019.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos.** Brasília: Conab, 2018.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos.** Brasília: Conab, 2020.

COUCH B. C.; KOHN L. M. A multilocus gene genealogy concordant with host preference indicates segregation of a new species, *Magnaporthe oryzae*, from *M. grisea*. **Mycologia**, n. 94, p. 683-693, 2002.

COUCH, B. C.; FUDAL, I.; LEBRUN, M.-H.; THARREAU, D.; VALENT, B.; VAN KIM, P.; NOTTÉGHÉM, J.-L.; KOHN, L. M. Origins of Host-Specific Populations of the Blast Pathogen *Magnaporthe oryzae* in Crop Domestication with Subsequent Expansion of Pandemic Clones on Rice and Weeds of Rice. **Genetics**, v. 170, n. 2, p. 613–630, 2005.

CRUPPE, G.; CRUZ, C. D.; PETERSON, G.; PEDLEY, K.; ASIF, M.; FRITZ, A.; CALDERON, L.; SILVA, C. L. da.; TODD., T.; KUHNEM, P.; SINGH, P. K.; SINGH, P. R.; BRAUN, H.-J.; BARMA, N. C. D.; VALENT, B. Novel Sources of Wheat Head Blast Resistance in Modern Breeding Lines and Wheat Wild Relatives. **Plant disease**, v. 104, n. 1, p. 35-43, 2020.

CRUZ, C. D.; PETERSON, G. L.; BOCKUS, W. W.; KANKANALA, P.; DUBCOVSKY, J.; JORDAN, K. W.; AKHUNOV, E.; CHUMLEY, F.; BALDELOMAR, F. D.; VALENT, B. 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.

CRUZ, C. D.; SANTANA, F. M.; TODD, T. C.; MACIEL, J. L. N.; KIYUNA, J.; BALDELOMAR, D. F.; CRUZ, A. P.; LAU, D.; SEIXAS, C. S.; GOULART, A. C. P.; SUSSEL, A. A.; SCHIPANSKI, C. A.; CHAGAS, D. F.; COELHO, M.; MONTECELLI, T. D. N.; UTIAMADA, C.; CUSTÓDIO, A. P.; RIVADENEIRA, M. G.; BOCKUS, W. W.; VALENT, B. Multi-environment assessment of fungicide performance for managing wheat head blast (WHB) in Brazil and Bolivia. **Tropical Plant Pathology**, v. 44, n. 2, p. 183-191, 2019.

CRUZ, C. D.; VALENT, B. Wheat blast disease: danger on the move. **Tropical Plant Pathology**, v. 42, n. 3, p. 210-222, 2017.

CRUZ, M. F. A. da; DINIZ, A. P. C.; RODRIGUES, F. A.; BARROS, E. G. de. Aplicação foliar de produtos na redução da severidade da brusone do trigo. **Tropical Plant Pathology**, v. 36, n. 6, p. 424-428, 2011.

CRUZ, M. F. A.; DEBONA, D.; RIOS, J. A.; BARROS, E. G.; RODRIGUES, F. A. Potentiation of defense-related gene expression by silicon increases wheat resistance to leaf blast. **Tropical Plant Pathology**, v. 40, n. 6, p. 394-400, 2015.

CRUZ, M. F. A.; MACIEL, J. L. N.; PRESTES, A. M.; BOMBONATTO, E. A. S.; PEREIRA, J. F.; CONSOLI, L. Caracterização genética e fenotípica de isolados de *Pyricularia grisea* do trigo. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 34, n. 6, p. 393-401, 2009.

CRUZ, M. F. A.; PRESTES, A. M.; MACIEL, J. L. N.; SCHEEREN, P. L. Resistência parcial à brusone de genótipos de trigo comum e sintético nos estádios de planta jovem e de planta adulta. **Tropical Plant Pathology**, v. 35, n. 1, p. 24–31, 2010.

CUNHA, G. R.; PIRES, J. L. F. **Sistemas de cultivo para rendimento elevado em trigo e o desafio das correlações indesejadas**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005. 7p. html. Embrapa Trigo. Documentos Online, 48. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do48.htm>. Acesso em: 29 jun. 2019.

DANTAS, J.S., SOUZA, A.P., FARIAS, M.F., NOGUEIRA, V.D.F.B. Interações entre grupos de microrganismos com a rizosfera. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 2, p. 213-224, 2011.

DEL DUCA, L. de J. A.; SOUSA, C. N. A. de; SCHEEREN, P. L.; LINHARES, A. G.; SÓ e SILVA, M.; NASCIMENTO JUNIOR, A. do; CAIERÃO, E.; PIRES, J. L.; EICHELBERGER, L.; CHAVES, M. S.; COSTAMILAN, L. M.; PRESTES, A. M.; LIMA, M. I. P. M.; MIRANDA, M. Z. de; GUARIENTI, E. M.; VOSS, M.; LUZ, W. C. da; CUNHA, G. R. da; ALBUQUERQUE, A. C. S.; LHAMBY, J. C. B. **Cultivar de trigo BRS Angico testada e indicada para as regiões de adaptação 4 e 5 do Estado de Santa Catarina**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005. 4p. html. Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 147. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p_co147.htm>. Acesso em: 15 jul. 2019.

DIXON, J. The economics of wheat. In: BUCK, H. T.; NISI, J. E.; SALOMON, N. (Ed.). **Wheat Production in Stressed Environments**. Dordrecht: Springer, 2007. p. 9-22.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistemas de Produção Embrapa - Cultivo de Trigo**. 2016. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteu-do?p_p_id=-conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao16_1gal1ceportlet&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=3044>. Acesso em: 16 nov. 2019.

ESPINOZA, I.G., SHOHARA, K. **Investigación relativa a la ocurrencia de Piricularia en trigo**. v.2, Santa Cruz: Centro Tecnológico Agropecuario en Bolívia, 2003.

FEDERIZZI, L. C.; SCHEREN, P. L.; NETO, J. F. B.; MILACH, S. C. K. P.; PACHECO, M. T. Melhoramento de trigo. In: BOREM, A. (Ed.). **Melhoramento de Espécies Cultivadas**. Viçosa: Editora UFV, 1999. p. 535-571.

FERREIRA, J. R.; VANCINI, C.; DEUNER, C. C.; TORRES, G. A. M.; CONSOLI, L.; SEIXAS, C. D. S.; DIANESE, A. D. C.; GOULART, A. C. P.; SOTO-GONZÁLES, H. H. **Absence of 2NS/2AS in wheat resistance sources to *Magnaporthe oryzae* in Brazil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2018. 21p. (Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento online, 91).

FRY, W. E. **Principles of Plant Disease Management**. New York: Academic Press, 1982. 378p.

GILL, B. S. Introduction In: BOCKUS, W. W.; BOWDWN, R. L.; HUNGER, R. M.; MORRIL, W. L.; MURRAY, T. D.; SMILEY, R. W. **Compendium of Wheat Disease and Pests**. 3 ed. Minnesota: The American Phytopathological Society, 2010.

GLADIEUX, P.; CONDON, B.; RAVEL, S.; SOANES, D.; MACIEL, J. L. N.; NHANI, A.; CHEN, L.; TERAUCHI, R.; LEBRUN, M.-H.; THARREAU, D.; MITCHELL, T.; PEDLEY, K. F.; VALENT, B.; TALBOT, N. J.; FARMAN, M.; FOURNIER, E. Gene Flow between Divergent Cereal- and Grass-Specific Lineages of the Rice Blast Fungus *Magnaporthe oryzae*. **mBio**, v. 9, n. 1, p. e01219-17, 2018.

GOMES, D. P. **Incidência de *Pyricularia grisea* em genótipos de trigo em função da quantidade de inóculo inicial no campo: avaliação de danos e métodos de detecção nas sementes**. 2012. 120f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

GOMES, D. P.; ROCHA, V. S.; PEREIRA, O. L.; SOUZA, M. A. de. Damage of wheat blast on the productivity and quality of seeds as a function of the initial inoculum in the field. **Journal of Seed Science**, v. 39, n. 1, p. 66-74, 2017.

GOMES, D. P.; ROCHA, V. S.; ROCHA, J. R. A. S. C.; SOUZA, M. A. de; PEREIRA, O. L. Progresso temporal da brusone do trigo em função do inóculo primário, da aplicação de fungicida e da resistência dos genótipos. **Summa Phytopathologica**, v. 45, n. 1, p. 50-58, 2019.

GOULART, A. C. P. Brusone do trigo diminui rendimento dos grãos. **A Lavoura**, v. 107, n. 650, p. 18-21, 2004.

GOULART, A. C. P.; PAIVA, F. de A. Controle de *Pyricularia oryzae* e *Helminthosporium sativum* pelo tratamento de sementes de trigo com fungicidas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.11/12, p.1983-1988, 1991.

GOULART, A. C. P.; PAIVA, F. de A. Incidência da brusone (*Pyricularia oryzae*) em diferentes cultivares de trigo (*Triticum aestivum*) em condições de campo. **Fitopatologia Brasileira**, v. 17, n. 3, p. 321-325, 1992.

GOULART, A. C. P.; PAIVA, F. de A. Perdas no rendimento de grãos de trigo causadas por *Pyricularia grisea*, nos anos de 1991 e 1992, no Mato Grosso do Sul. **Summa Phytopathologica**, v. 26, n. 2, p. 279-282, 2000.

GOULART, A. C. P.; PAIVA, F. de A. Transmissão de *Pyricularia oryzae* através de sementes de trigo (*Triticum aestivum*). **Fitopatologia Brasileira**, v. 15, n. 4, p. 359-362, 1990.

GOULART, A. C. P.; PAIVA, F. de A.; ANDRADE, P. J. M. Fungi incidence in wheat seeds produced in Mato Grosso do Sul State. **Annual Wheat Newsletter**, v. 40, p. 75-76, 1994.

GOULART, A. C. P.; PAIVA, F. de A.; ANDRADE, P. J. M. Qualidade sanitária de sementes de trigo produzidas no Mato Grosso do Sul, safras 1987 a 1992. **Summa Phytopathologica**, v. 21, n. 3/4, p. 235-238, 1995.

GOULART, A. C. P.; PAIVA, F. de A.; MELO FILHO, G. A. de; RICHETTI, A. Efeito da época e do número de aplicações dos fungicidas tebuconazole e mancozeb no controle da brusone (*Pyricularia grisea*) do trigo; viabilidade técnica e econômica. **Fitopatologia Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 381-387, 1996.

GOULART, A. C. P.; SOUSA, P. G.; URASHIMA, A. S. Danos em trigo causados pela infecção de *Pyricularia grisea*. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 4, p. 358-363, 2007.

GOULART, A.; PAIVA, F.; MESQUITA, A. Ocorrência de brusone (*Pyricularia oryzae*) do trigo (*Triticum aestivum*) em Mato Grosso do Sul. **Fitopatologia Brasileira**, v. 15, n. 1, p. 112–114, 1990.

GOVERNMENT OF THE PEOPLE’S REPUBLIC OF BANGLADESH. **Plant Quarantine Act**, (Department of Agricultural Extension—National Plant Quarantine Authority, ed.). Dhaka, Bangladesh, 2011. 16p. Disponível em: <http://dae.portal.gov.bd/sites/default/files/files/dae.portal.gov.bd/page/634ba167_b3aa_4297_8d44_2cf394d7552c/Plant%20Quarantine%20Act%202011%28English%20Version%29.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2019.

GOVERNMENT OF THE PEOPLE’S REPUBLIC OF BANGLADESH. **The Destructive Insects and Pests Rules, 1966** (Plant Quarantine) Amendment, (Department of Agricultural Extension—National Plant Quarantine Authority, ed.). Dhaka, Bangladesh, 1989. 48p. Disponível em: <<http://countrysafeguardsystems.net/sites/default/files/BAN%20Destructive%20Insects%20and%20Pests%20Rules%201966.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2019.

GUPTA, P. K.; MIR, R. R.; MOHAN, A.; KUMAR, J. Wheat Genomics: Present Status and Future Prospects. **International Journal of Plant Genomics**, v. 2008, p. 1-36, 2008.

HELGUERA, M.; KHAN, I. A.; KOLMER, J.; LIJAVETZKY, D.; ZHONG-QI, L.; DUBCOVSKY, J. PCR assays for the cluster of rust resistance genes and their use to develop isogenic hard red spring wheat lines. **Crop Science**, v. 43, n. 5, p. 1839, 2003.

HELLEMANS, T.; LANDSCHOOT, S.; DEWITTE, K.; VAN BOCKSTAELE, F.; VERMEIR, P.; EECKHOUT, M.; HAESAERT, G. Impact of crop husbandry practices and environmental conditions on wheat composition and quality: a review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 66, n. 11, p. 2491-2509, 2018.

HUHNDORF, S. M.; GREIF, M.; MUGAMBI, G. K.; MILLER, A. N. Two new genera in the Magnaporthaceae, a new addition to *Ceratosphaeria* and two new species of *Lentomitella*. **Mycologia**, v. 100, n. 6, p. 940-955, 2008.

IGARASHI, S. **Uma análise da ocorrência de “brusone” do trigo no Paraná**. Trabalho apresentado no Seminário sobre Melhoramento para Resistência a Enfermidades, Passo Fundo, RS, 19p, 1988.

IGARASHI, S. Update on wheat blast (*Pyricularia oryzae*) in Brazil. In: International Conference on Wheat for the Nontraditional Warm Areas, 3., 1990, Foz do Iguaçu, Brazil. **Anais...** México: CIMMYT, 1991. p. 480-483.

IGARASHI, S.; BALAN, M. G. Brusone do trigo. **Atualidades Agrícolas Basf**, p. 28-31, 2004.

IGARASHI S.; UTIAMADA, C. M.; IGARASHI, L. C.; KAZUMA, A. H.; LOPES, R. S. *Pyricularia* em trigo. 1. Ocorrência de *Pyricularia* sp. no estado do Paraná. **Fitopatologia Brasileira**, v. 11, n. 2, p. 351-352, 1986.

ISLAM, M. T.; CROLL, D.; GLADIEUX, P.; SOANES, D. M.; PERSOONS, A.; BHATTACHARJEE, P.; HOSSAIN, M. S.; GUPTA, D. R.; RAHMAN, M. M.; MAHBOOB, M. G.; COOK, N.; SALAM, M. U.; SUROVY, M. Z.; SANCHO, V. B.; MACIEL, J. L. N.; NHANJÚNIOR, A.; CASTROAGUDÍN, V. L.; REGES, J. T. A.; CERESINI, P. C.; RAVEL, S.; KELLNER, R.; FOURNIER, E.; THARREAU D.;LEBRUN, M-H.; MCDONALD, B. A.; STITT, T.; SWAN, D. TALBOT, N. J.; SAUNDERS, D. G. O.; WIN, J.; KAMOUN, S. Emergence of wheat blast in Bangladesh was caused by a South American lineage of *Magnaporthe oryzae*. **BMC Biology**. v. 14, n. 1, p. 84, 2016.

JAHIER, J.; ABELARD, P.; TANGUY, M.; DEDRYVER, F.; RIVOAL, R.; KHATKAR, S.; BARIANA, H. S.; KOEBNER, R. The *Aegilops ventricosa* segment on chromosome 2AS of the wheat cultivar “VPM1” carries the cereal cyst nematode resistance gene *Cre5*. **Plant Breeding**, v. 120, n. 2, p. 125-128, 2001.

KANKANALA, P.; CZYMMEK, K.; VALENT, B. Roles for Rice Membrane Dynamics and Plasmodesmata during Biotrophic Invasion by the Blast Fungus. **The plant cell online**, v. 19, n. 2, p. 706-724, 2007.

KHAN, M. A. I.; ALI, M. A.; MONSUR, M. A.; KAWASAKI-TANAKA, A.; HAYASHI, N.; YANAGIHARA, S.; OBARA, M.; MIA, M. A. T.; LATIF, M.A.; FUKUTA, Y. Diversity and distribution of rice blast (*Pyricularia oryzae* Cavara) races in Bangladesh. **Plant disease**, v. 100, p. 2025-2033, 2016.

KIRK, P. M.; CANNON, P. F.; MINTER, D. W.; STALPERS, J. A. **Dictionary of the Fungi**. 10 ed. Wallingford: CAB International, 2008.

KLAUBAUF, S.; THARREAU, D.; FOURNIER, E.; GROENEWALD, J. Z.; CROUS, P. W.; VRIES, R. P. de; LEBRUN, M.-H. Resolving the polyphyletic nature of *Pyricularia* (*Pyriculariaceae*). **Studies in mycology**, v. 79, p. 85-120, 2014.

KOHLI, M. M.; MEHTA, Y. R.; GUZMAN, E.; VIEDMA, L. de; CUBILLA, L. E. *Pyricularia blast*-a threat to wheat cultivation, **Czech Journal of Genetics Plant Breeding**, v. 47, p. S130-134, 2011.

LAMAS, F. M. **Produzir trigo no Brasil, mais que uma opção, uma necessidade**. Embrapa Agropecuária Oeste, Brasil, 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/34949879/artigo---produzir-trigo-no-brasil-mais-que-uma-opcao-uma-necessidade>>. Acesso em: 15 jul. 2019.

LIMA, M. I. P. M. **Giberela ou Brusone? Orientações para a identificação correta dessas enfermidades em trigo e em cevada**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. 56p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online; 40). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do40.htm>. Acesso em: 10 set. 2019.

LUIZ, A. R. M.; PIRES, J. L. F.; CUNHA, G. R.; FERNANDES, J. M. C.; PASINATO, A.; DEL PONTE, E.; BAETHGEN, W. E.; GIMENEZ, A.; MAGRIN, G.; TRAVASSO, M. I. **Impactos de mudanças climáticas/variabilidade nos sistemas de produção de trigo e estratégias para a adaptação da cultura no Sul do Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico online, 71). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do71_tc32-1.PDF>. Acesso em: 29 jun. 2019.

MACIEL, J. L. N. *Magnaporthe oryzae*, the Blast Pathogen: current status and options for its control. **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, v. 6, n. 050, p. 1–8, 2011.

MACIEL, J. L. N.; CERESINI, P. C.; CASTROAGUDIN, V. L.; ZALA, M.; KEMA, G. H. J.; MCDONALD, B. A. Population structure and pathotype diversity of the Wheat Blast pathogen *Magnaporthe oryzae* 25 years after its emergence in Brazil. **Phytopathology**, v. 104, n. 1, p. 95-107, 2014.

MACIEL, J. L. N.; DANELLI, A. L. D.; BOARETTO, C.; FORCELINI, C. A. Diagrammatic scale for the assessment of blast on wheat spikes. **Summa Phytopathologica**, v. 39, n. 3, p. 162-166, 2013.

MACIEL, J. L. N.; PALUDO, E. A.; SÓ E SILVA, M.; SCHEEREN, P. L.; CAIERÃO, E. **Reação à brusone de genótipos de trigo do programa de melhoramento da Embrapa Trigo no estágio de planta adulta**. 2008. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 14p. html (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online, 64). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp64.htm>. Acesso em: 15 jul. 2019.

MAIA, N. Obtenção des bles tendres resistentes au piétin-verse par croisements interspecífiques bles x *Aegilops*. **Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France**, v. 53, p. 149-154, 1967.

MALAKER, P. K.; BARMA, N. C. D.; TIWARI, T. P.; COLLIS, W. J.; DUVEILLER, E.; SINGH, P. K.; JOSHI, A. K.; SINGH, R. P.; BRAUN, H.-J.; PETERSON, G. L.; PEDLEY, K. F.; FARMAN, M. L.; VALENT, B. First report of wheat blast caused by *Magnaporthe oryzae* pathotype *Triticum* in Bangladesh. **Plant Disease**, v. 100, n. 11, p. 2330-2330, 2016.

MASSOLA Jr., N. S.; KRUGNER, T. L. Fungos fitopatogênicos. In: AMORIM, L.; KIMATI, H.; REZENDE, J. A.; CAMARGO, L. E. A. (Org.). **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. Agrônômica Ceres, 2011. p. 149-206.

MAUDE, R. B. **Seedborne diseases and their control: principles and practice**. Wallingford: CAB International, 1996.

MCDONALD, B. A.; STUKENBROCK, E. H. Rapid emergence of pathogens in agroecosystems: global threats to agricultural sustainability and food security. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 371, n. 1709, p. 20160026, 2016.

MENTEN, F. O. M.; MORAES, M. H. D. *Pyricularia* sp. em sementes de trigo: métodos de detecção, localização e transmissão do patógeno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 5, 1987, Gramado, **Resumo dos trabalhos técnicos**. Brasília: ABRATES, 1987. p. 179.

MORI, C. de. Aspectos econômicos da produção e utilização. In: BORÉM, A.; SCHEEREN, P. L. **Trigo: do plantio à colheita**. Viçosa: Ed. UFV, 2015. p. 11-34.

MURAKAMI, J.; TOMITA, R.; KATAOKA, T.; NAKAYASHIKI, H.; TOSA, Y.; MAYAMA, S. Analysis of host species specificity of *Magnaporthe grisea* toward foxtail millet using a genetic cross between isolates from wheat and foxtail millet. **Phytopathology**, v. 93, n. 1, p. 42-45, 2003.

NGA, N. T. T.; HAU, V. T. B.; TOSA, Y. Identification of genes for resistance to a *Digitaria* isolate of *Magnaporthe grisea* in common wheat cultivars. **Genome**, v. 52, n. 9, p. 801-809, 2009.

OERKE, E.-C. Crop losses to pests. **The Journal of Agricultural Science**, v. 144, n. 1, p. 31-43, 2006.

OU, S. H. **Rice Diseases**. 2. ed. Slough: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1985.

PAGANI, A. P. S. **Resistência do trigo à brusone, manejo químico e diversidade de *Magnaporthe grisea***. 2011. 110f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

PASCHOLATI, S. F. Mecanismos bioquímicos de resistência às doenças. In.: FERNANDES, J. M.; PRESTES, A. M.; PICININI, E. C. (Ed.). **Revisão anual de patologia de plantas**. v. 2. Passo Fundo: Revisão anual de patologia de plantas, 1994. p. 1-51.

PATOS DE MINAS. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2020. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Patos_de_Minas&oldid=58958602>. Acesso em: 5 ago. 2019.

PERELLÓ, A.; MARTINEZ, I.; MOLINA, M. First report of virulence and effects of *Magnaporthe oryzae* isolates causing wheat blast in Argentina. **Plant Disease**. v. 99, n. 8, p.1177, 2015.

PETERSON, G. L.; PEDLEY, K. F.; BOCKUS, W. W.; STACK, J. P.; CRUZ, C. D.; VALENT, B. S. Susceptibility of select U.S. winter wheat cultivars to wheat blast (*Magnaporthe oryzae*). **Phytopathology**, v. 101, n. 6, Suplemento 141, 2011.

PICININI, E. C.; FERNANDES, J. M. C. **Doenças de cereais de inverno: aspectos epidemiológicos e controle**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1995.

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**, v. 15, n. 1, p. 83-84, 1990.

PIZOLOTTO, C. A.; MACIEL, J. L. N.; FERNANDES, J. M. C.; BOLLER, W. Saprotrophic survival of *Magnaporthe oryzae* in infested wheat residues. **European Journal of Plant Pathology**, v. 153, n. 2, p. 327-339, 2019.

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.

PRESTES, A. M.; ANGRA, D. C.; BARBOSA, M. M.; MORAES-FERNANDES, M. I. B. Fontes de resistência a *Stagonospora nodorum* em *Aegilops squarrosa*, espécie afim ao trigo cultivado. **Fitopatologia Brasileira**, v. 19, p. 510-513, 1994.

PRESTES, A. M.; ARENDT, P. F.; FERNANDES, J. M. C.; SCHEEREN, P. L. Resistance to *Magnaporthe grisea* Among Brazilian Wheat Genotypes. In: BUCK, H. T.; NISI, J. E.; SALOMÓN, N. (Ed.). **Wheat production in stressed environments**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2007. p. 119-123.

PURCHIO, A. F.; MUCHOVEJ, J. J. O gênero *Pyricularia* e seus teleomorfos. In: LUZ, W. C.; FERNANDES, J. M. C.; PRESTES, A. M.; PICININI, E. C. (Ed.) **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. Passo Fundo: Berthier, 1994. p. 175-208.

RCBPTT - REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 10., 2016. Londrina. **Informações técnicas para trigo e triticale – safra 2017**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 240p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/155787/1/Informacoes-Tecnicas-para-Trigo-e-Triticale-Safra-2017-OL.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2019.

RCBPTT - REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 2., 2008, Passo Fundo. **Informações técnicas para a safra 2009: trigo e triticale**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 172p.

RCBPTT - REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 5., 2011. **Informações técnicas para trigo e triticale – safra 2012**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011. 204p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Sistema de produção, 9). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/53720/1/SP20119.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2019.

RCBPTT - 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. 240p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/196239/1/ID44570-2018InfTecTrigoTriticale2019.pdf>>. Acesso em: 20 jun 2019.

RCCBPT – REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 13., 2004, Goiânia. **Informações técnicas para a cultura de trigo na região do Brasil Central: safras 2005 e 2006**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados; Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005. 82p. (Embrapa Arroz

e Feijão. Documentos, 173). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAP/22998/1/doc_173.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2019.

RCSBPTT - REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 38; REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO-SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 21., 2006, Passo Fundo. **Informações técnicas para a safra 2007: trigo e triticale**. Passo Fundo: Embrapa Trigo: Comissão Sul Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale: Comissão Centro-Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, 2007. 114p. (Embrapa Trigo. Documentos, 71). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/84376/1/CNPT-DOC.-71-07.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2019.

RIBOT, C.; HIRSCH, J.; BALZERGUE, S.; THARREAU, D.; NOTTÉGHEM, J.-L.; LEBRUN, M.-H.; MOREL, J.-B. Susceptibility of rice to the blast fungus, *Magnaporthe grisea*. **Journal of Plant Physiology**, v. 165, n. 1, p. 114-124, 2008.

RIOS, J. A.; RIOS, V. S.; PAUL, P. A.; SOUZA, M. A.; ARAUJO, L.; RODRIGUES, F. A. Fungicide and cultivar effects on the development and temporal progress of wheat blast under field conditions. **Crop Protection**, v. 89, p. 152-160, 2016.

RIOS, J. A.; RIOS, V. S.; PAUL, P. A.; SOUZA, M. A.; NETO, L. B. M. C.; RODRIGUES, F. A. Effects of blast on components of wheat physiology and grain yield as influenced by fungicide treatment and host resistance. **Plant Pathology**, v. 66, n. 6, p. 877-889, 2017.

RODRIGUES, O.; TEIXEIRA, M. C. C.; COSTENARO, E. R.; DAMO, R. **Caracterização ontogenética de cultivares brasileiras de trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2013. 21p. html. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico online, 324). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/988430/1/2013comunicadotecnicoonline324.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2019.

SADAT, M. A.; CHOI, J. Wheat blast: a new fungal inhabitant to Bangladesh threatening world wheat production. **The Plant Pathology Journal**, v. 33, n. 2, p. 103-108, 2017.

SAHARAN, M. S.; BHARDWAJ, S. C.; CHATRATH, R.; SHARMA, P.; CHOUDHARY, A. K.; GUPTA, R. K. Wheat blast disease-an overview. **Journal of Wheat Research**, v. 8, n. 1, p. 1-5, 2016.

SANTANA, F. M.; LAU, D.; SBALCHEIRO, C. C.; AGUILERA, J. G.; GOULART, A. C. P.; SUSSEL, A. A. B.; SCHIPANSKI, C. A.; COELHO, M. A. de O.; UTIAMADA, C. M.; MONTECELLI, T. D. N.; SEIXAS, C. D. S.; CUSTÓDIO, A. A. de P. **Eficiência de**

fungicidas para o controle da brusone do trigo: resultados dos ensaios cooperativos – safra 2013. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2016a. 6p. html. (Embrapa Trigo. Comunicado técnico online, 363). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/146153/1/ID43729-2016CTO363.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2019.

SANTANA, F. M.; LAU, D.; SBALCHEIRO, C. C.; AGUILERA, J. G.; GOULART, A. C. P.; SUSSEL, A. A. B.; SCHIPANSKI, C. A.; COELHO, M. A. de O.; UTIAMADA, C. M.; MONTECELLI, T. D. N.; SEIXAS, C. D. S.; CUSTÓDIO, A. A. de P.; VENÂNCIO, W. S. **Eficiência de fungicidas para o controle da brusone do trigo: resultados dos ensaios cooperativos – safra 2014.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2016b. 10p. html. (Embrapa Trigo. Comunicado técnico online, 365). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/158552/1/ID44023-2016CTO365.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2019.

SANTANA, F. M.; LAU, D.; SBALCHEIRO, C. C.; GOULART, A. C. P.; CUSTÓDIO, A. A. de P.; VENÂNCIO, W. S.; GOUSSAIN, R. de C. S.; AMARAL, D. R. do; SEIXAS, C. D. S.; VANANCIO, J. F. **Eficiência de fungicidas para controle de brusone de trigo: resultados dos ensaios cooperativos – safra 2015.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2016c. 11p. html. (Embrapa Trigo. Comunicado técnico online, 369). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1069581/1/ID440642016CT369.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2019.

SAVARY, S.; FICKE, A.; AUBERTOT, J. N.; HOLLIER, C. Crop losses due to diseases and their implications for global food production losses and food security. **Food Security**, v.4, p. 519-537, 2012.

SHARMA, R. Wheat blast research: status and imperatives. **Africa Journal of Agricultural Research**, v. 12, n. 6, p. 377-381, 2017.

SINGH, R. P.; SINGH, P. K.; RUTKOSKI, J.; HODSON, D. P.; HE, X.; JØRGENSEN, L. N.; HOVMØLLER, M. S.; HUERTA-ESPINO, J. Disease impact on wheat yield potential and prospects of genetic control. **Annual Review of Phytopathology**, v. 54, n. 1, p. 303-322, 2016.

SÓ E SILVA, M.; DEL DUCA, L. de J. A.; SCHEEREN, P. L.; SOUSA, C. N. A. de; LINHARES, A. G.; NASCIMENTO JUNIOR, A. do; EICHELBERGER, L.; CAIERÃO, E.; PIRES, J. L.; CHAVES, M. S.; COSTAMILAN, L. M.; PRESTES, A. M.; LIMA, M. I. P. M.; MIRANDA, M. Z. de; GUARIENTI, E. M.; VOSS, M.; LUZ, W. C. da; LHAMBY, J. C. B. **Cultivar de trigo BRS Angico testada e indicada para cultivo nas regiões de adaptação 7 e 8 do Paraná.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005. 4p. html. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 154). Disponível em:

<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPT-2010/40519/1/p-co154.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2019.

SOUSA, C. N. A.; CAIERÃO, E. **Cultivares de trigo indicadas para cultivo no Brasil e Instituições criadoras 1922 a 2014**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2014.

SOUSA, P. G. BR 18-Terena: cultivar de trigo para o Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 7, p. 1039–1043, 2002.

TAGLE, A. G.; CHUMA, I.; TOSA, Y. *Rmg7*, a New Gene for Resistance to *Triticum* Isolates of *Pyricularia oryzae* Identified in Tetraploid Wheat. **Phytopathology**, v. 105, n. 4, p. 495-499, 2015.

TAKABAYASHI, N.; TOSA, Y.; OH, H. S.; MAYAMA, S. A Gene-for-Gene Relationship Underlying the Species-Specific Parasitism of *Avena/Triticum* Isolates of *Magnaporthe grisea* on Wheat Cultivars. **Phytopathology**, v. 92, n. 11, p. 1182-1188, 2002.

TALBOT, N. J. On the Trail of a Cereal Killer: Exploring the Biology of *Magnaporthe grisea*. **Annual Review of Microbiology**, v. 57, n. 1, p. 177–202, 2003.

TELLES NETO, F. X. B. **Transmissão e controle de *Fusarium graminearum* em sementes e danos causados pela giberela em trigo**. 2004. 126f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2004.

THONGKANTHA, S.; JEEWON, R.; VIJAYKRISHNA, D.; LUMYONG, S.; MCKENZIE, E. H. C.; HYDE, K. D. Molecular phylogeny of *Magnaporthaceae* (Sordariomycetes) with a new species *Ophioceras Chiangdaoense* from *Dracaena loureiroi* in Thailand. **Fungal Divers**, v. 34, p. 157–173, 2009.

TOLEDO, J. Enfermedades. In: DÍAZ, O.; GUZMÁN, E.; TOLEDO, J.; FRANCO, P.; TERRAZAS, D.; ANTEZANA, A. (Ed.). **Guía de recomendaciones técnicas del cultivo de trigo**. Santa Cruz de la Sierra: CIAT, 2004. p. 36-45.

TOLEDO, J.; ESCOBAR, R. **Pyricularia o brusone del trigo**. Santa Cruz: CIAT, 2002. p. 20.

TORRES, G. A. M.; GONZÁLES, H. H. S.; WEBBER, N. F.; SCHERER, H. M. **Tipos de lesão de brusone em trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2015. 10p. (Embrapa Trigo).

Comunicado técnico online, 346). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/133610/1/ID-43389-2015CTO346.pdf>>. Acesso em: 12 set. de 2019.

TORRES, G. A. M.; SANTANA, F. M.; FERNANDES, J. M. C.; SÓ E SILVA, M. **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, 2009. 10p. html. (Embrapa Trigo. Comunicado técnico online, 255). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPT-2010/40745/1/p-co255.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2019.

TOSA, Y.; CHUMA, I. Classification and parasitic specialization of blast fungi. **Journal of General Plant Pathology**, v. 80, n.3, p. 202-209, 2014.

URASHIMA, A. S. Blast. In: BOCKUS W. W.; BOWDEN, R. L.; HUNGER, R. M.; MORRILL, W. L.; MURRAY, T. D; SMILEY, R. W (Ed). **Compendium of wheat diseases and pests**. Saint Paul: American Phytopathological Society, 2010. p. 22-23.

URASHIMA, A. S.; GROSSO, C. R. F.; STABILI, A.; FREITAS, E. G; SILVA, C. P.; NETTO, D. C. S.; FRANCO, I.; MÉROLA BOTTAN, J. H. Effect of *Magnaporthe grisea* on seed germination, yield and quality of wheat. In: WANG, G.-L.; VALENT, B. (Ed.). **Advances in Genetics, Genomics and Control of Rice Blast Disease**, Dordrecht: Springer, 2009. p. 267-277.

URASHIMA, A. S.; LAVORENT, N. A.; GOULART, A. C. P.; MEHTA, Y. R. Resistance spectra of wheat cultivars and virulence diversity of *Magnaporthe grisea* isolates in Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 5, p. 511-518, 2004.

URASHIMA, A. S; GALBIERI, R.; STABILI, A. DNA fingerprinting and sexual characterization revealed two distinct populations of *Magnaporthe grisea* in wheat blast from Brazil. **Czech Journal of Genetics and Plant Breeding**, v. 41, p. 238-245, 2005.

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

URASHIMA, A.S.; KATO, H. Varietal resistance and chemical control of wheat blast fungus. **Summa Phytopathologica**, v. 20, n. 2, p. 107-112, 1994.

VALENT, B.; FARMAN, M.; TOSA, Y.; BEGEROW, D.; FOURNIER, E.; GLADIEUX, P.; ISLAM, M. T.; KAMOUN, S.; KEMLER, M.; KOHN, L. M.; LEBRUN, M.-H.; STAJICH, J. E.; TALBOT, N. J.; TERAUCHI, R.; THARREAU, D.; ZHANG, N. *Pyricularia graminis-tritici* is not the correct species name for the wheat blast fungus: response to Ceresini et al. (MPP 20:2). **Molecular Plant Pathology**, v. 20, n. 2, p. 173-179, 2019.

VALOIS, A. C. C. Mecanismos genéticos da resistência de plantas às doenças. **Revista RG News**, v. 2, n. 2, p. 5-56, 2016.

VANEGAS, C. D. G.; GARVIN, D. F.; KOLMER, J. A. Genetics of stem rust resistance in the spring wheat cultivar Thatcher and the enhancement of stem rust resistance by Lr34. **Euphytica**, v. 159, n. 3, p. 391–401, 2008.

VIEDMA, L. Manejo integrado de mancha amarilla y la Piricularia en el cultivo de trigo en Paraguay. In: KOHLI, M.; CUBILLA, L. E.; CABRERA, G. (Ed) **Tercer Seminario Nacional Detrigo del Grano al Pan**. Asunción: CAPECO/INBIO, 2010. p. 31-42.

VIEDMA, L.Q.; MOREL, W. Añublo o Piricularia del Trigo. Capitán Miranda, Itapúa: MAG/DIA/CRIA. Programa de Investigación de Trigo, CRIA, 2002.

VLEESHOUWERS, V. G. A. A.; OLIVER, R. P. Effectors as tools in disease resistance breeding against biotrophic, hemibiotrophic, and necrotrophic plant pathogens. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, v. 27, n. 3, p. 196–206, 2014.

VY, T. T. P.; HYON, G.-S.; NGA, N. T. T.; INOUE, Y.; CHUMA, I.; TOSA, Y. Genetic analysis of host–pathogen incompatibility between *Lolium* isolates of *Pyricularia oryzae* and wheat. **Journal of general plant pathology**, v. 80, n. 1, p. 59-65, 2014.

WANG, S.; ASUKE, S.; VY, T. T. P.; INOUE, Y.; CHUMA, I.; WIN, J.; KATO, K.; TOSA, Y. A New Resistance Gene in Combination with *Rmg8* Confers Strong Resistance Against *Triticum* Isolates of *Pyricularia oryzae* in a Common Wheat Landrace. **Phytopathology**, v. 108, n. 11, p. 1299-1306, 2018.

WELLER, D. M. Biological control of soilborne plant pathogens in the rhizosphere with bacteria. **Annual Review of Phytopathology**, v. 26, n. 1, p. 379-407, 1988.

WILLIAMSON, V. M.; THOMAS, V.; FERRIS, H.; DUBCOVSKY, J. An Translocation Confers Resistance Against Root-knot Nematodes to Common Wheat. **Crop Science**, v. 53, n. 4, p. 1412, 2013.

ZHAN, S. W.; MAYAMA, S.; TOSA, Y. Identification of two genes for resistance to *Triticum* isolates of *Magnaporthe oryzae* in wheat. **Genome**, v. 51, n. 3, p. 216–221, 2008.

ZHANG N.; ZHAO, S.; SHEN, Q. A six-gene phylogeny reveals the evolution of mode of infection in the rice blast fungus and allied species. **Mycologia**, v. 103, n. 6, p. 1267-1276, 2011.

ZHANG, N.; CASTLEBURY, L. A.; MILLER, A. N.; HUHNDORF, S. M.; SCHOCH, C. L.; SEIFERT, K. A.; ROSSMAN, A. Y.; ROGERS, J. D.; KOHLMAYER, J.; VOLKMANN-KOHLMEYE, B.; SUNG, G.-H. An overview of the systematics of the Sordariomycetes based on a four-gene phylogeny. **Mycologia**, v. 98, n. 6, p. 1076-1087, 2006.



PPGAgro

Programa de Pós-Graduação em Agronomia

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAMV