

Brusone do trigo (*Magnaporthe oryzae* patótipo *Triticum*): Progressão da doença e sua relação com o estágio de desenvolvimento da planta hospedeira

Autores

Alexei de Campos Dianese, D. SC., Biólogo, Laboratório de Fitopatologia, Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

Dênio de Carvalho Monteiro, agrônomo, Planaltina, DF

Angelo Aparecido Barbosa Sussel, D. Sc., agrônomo, Laboratório de Fitopatologia, Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

RESUMO

O trigo (*Triticum spp.*) é uma *commodity* de papel fundamental no suprimento alimentar da população brasileira e mundial. A brusone, cujo agente causal é o fungo *Magnaporthe oryzae* patótipo *Triticum* provoca elevados danos à cultura do trigo no Cerrado e em outras regiões tritícolas no Brasil. O objetivo deste trabalho foi avaliar a disseminação da brusone em espigas de genótipos de trigo de ciclo precoce, médio e tardio, incluindo materiais comerciais e linhagens, em condições de campo favoráveis à doença, e correlacioná-la ao estágio fenológico dos materiais. Foram utilizados 27 genótipos provenientes do Banco de Germoplasma (BAG) da Embrapa Trigo. O experimento foi semeado em 28 de fevereiro de 2014, em sistema de sequeiro na Embrapa Cerrados (Planaltina, DF). Foram plantadas três linhas de três metros por genótipo (90 sementes m⁻¹). O espaçamento entre linhas foi de 20 cm. A partir do espigamento, os materiais foram avaliados diariamente, e as espigas infectadas marcadas com um barbante. Ao final da semana determinava-se o estágio fenológico dos genótipos de acordo com a escala de Zadoks. Utilizou-se uma cor de barbante diferente a cada semana. Após a colheita, as espigas sintomáticas foram separadas por ciclo (precoce, médio e tardio) e por semana de avaliação, e contadas. O estágio fenológico em que ocorreu o maior número de espigas infectadas nos ciclos precoce e médio foi o 83, início de grão em massa mole, enquanto para o ciclo tardio o maior número de espigas infectadas surgiu entre o estágio 83 e o 87, de grãos em massa dura.

Palavras-chave: Cerrado, estágio fenológico, epidemiologia, savannah, blast

ABSTRACT

Wheat (*Triticum spp.*) is a commodity with a fundamental role in the food supply worldwide. Wheat blast, whose causal agent is the fungus *Magnaporthe oryzae* pathotype *Triticum*, generates high yield loss in the Cerrado and other wheat producing regions in Brazil. The aim of this work was to evaluate the spread of blast on spikes of early, medium and late maturing wheat genotypes, including commercial cultivars, breeding lines and synthetic hexaploid wheat, in field conditions favorable to the disease, and correlate it to the phenological stage of the materials. Twenty seven genotypes from Embrapa Trigo's Germplasm Bank (BAG) were used. The experiment was sown on February 28, 2014, without irrigation, at Embrapa Cerrados (Planaltina, DF). Three three-meter lines were planted per genotype (90 seeds m⁻¹). The spacing between lines was 20 cm. The materials were evaluated daily, beginning after 50% of the spikes had fully emerged, and the infected ears were marked with string. At the end of the week, the phenological stage of the genotypes was determined according to Zadok's scale. A different color of string was used each week. After harvesting, the symptomatic ears were separated by cycle (early, medium and late maturity) and by evaluation week, and counted. Phenological stage 83 (early dough) had the highest number of infected ears in the early and medium cycle genotypes, while for the late cycle the highest number of infected ears appeared between stage 83 and 87 (hard dough).

Keywords: Cerrado, estágio fenológico, epidemiology, savannah, blast

INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum*) possui papel fundamental no suprimento alimentar da população, no Brasil e no mundo, com uma importante função econômica e social. Uma das culturas mais cultivadas no mundo, esse cereal ocupa o segundo lugar em produção mundial entre os grãos (USDA, 2020). Segundo dados do USDA – World Agriculture Supply and Demand Estimates, a produção mundial de trigo na safra 2020/21 foi de 776,8 milhões de toneladas (USDA, 2020).

Apesar da importância dessa commodity, o Brasil não consegue suprir suas demandas. Nos últimos 10 anos, a produção brasileira anual tem oscilado entre 4,5 e 6 milhões de toneladas do cereal, frente a uma demanda nacional de 10,5 milhões de toneladas, necessitando importar de 50 a 60% (CONAB, 2021). A triticultura nacional tem explorado novas áreas destinadas ao cultivo do trigo, especialmente na Região Centro-Oeste, aumentando assim a produção em volume e qualidade do produto. A produtividade média dessa região está em torno de 3,0 t ha⁻¹ (CONAB, 2020). Além disso, as condições climáticas permitem o uso de dois sistemas de cultivo, o irrigado e o sequeiro (“safrinha”), tornando viáveis duas safras/ano (CONDÉ et al., 2013).

Uma das dificuldades do avanço tritícola, no Brasil Central, é a ocorrência de doenças que causam redução de produtividade, quando favorecidas pelas condições climáticas de alta umidade e temperatura (TORRES et al., 2009). Dentre todas as doenças, a brusone do trigo, causada por *Magnaporthe oryzae* patótipo *Triticum* (MoT) (Catt.) B.C. Couch 2002 (asexual morph *Pyricularia oryzae* Cavara 1892) (COUCH & KOHN, 2002; ZHANG et al., 2016), merece destaque. O branqueamento da espiga, como também é chamado, foi identificada pela primeira vez no Brasil, na década de 80 (IGARASHI et al., 1986). Atualmente, também está presente na Argentina, na Bolívia, no Paraguai, em Bangladesh e Zâmbia (BAREA & TOLEDO, 1996; CALLAWAY, 2016; TEMBO et al., 2020).

Os conídios de brusone precisam de tempo de molhamento foliar moderado para germinarem e penetrarem na folha do trigo. A temperatura ótima para esporulação está em torno de 28 °C. A liberação de esporos não é muito influenciada pela temperatura e normalmente ocorre na faixa de 15 a 35 °C. Em relação à germinação, temperaturas compreendidas entre 25 e 28 °C favorecem o processo (BEDENDO & PRABHU, 2005).

Segundo Picinini & Fernandes (1995) períodos tardios com presença de orvalho por 2 ou 3 dias consecutivos favorecem o processo de penetração do fungo na raquis variando com a temperatura, podendo ser de 6, 8 e 12 horas, com temperatura de 24 °C, 28 °C e 32 °C, respectivamente.

Além do trigo, o fungo sobrevive em uma gama de hospedeiros, principalmente gramíneas (PICININI & FERNANDES, 1995). O patógeno pode sobreviver na forma de micélio ou conídios, em restos de cultura, sementes, hospedeiros alternativos e plantas de trigo que permanecem no campo após a colheita (Reis et al., 1988). As espigas são o principal órgão atacado por essa doença, apresentando-se esbranquiçadas parcial ou totalmente na parte ligeiramente superior à lesão ocasionada, provocando esterilidade ou chochamento dos grãos (GOULART, 2004).

Chin e Bhandhufalck (1990) relataram a importância da utilização do controle químico na época certa, e como isso era influenciado pela relação entre estágio de desenvolvimento da cultura e progresso da doença no campo, no manejo da brusone do arroz. Logo, o presente estudo visa avaliar o progresso da brusone do trigo em relação aos estádios fenológicos da planta sob as condições do Cerrado no Planalto Central brasileiro.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre fevereiro e junho de 2014 no campo experimental da Embrapa Cerrados (CPAC - Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado), localizado em Planaltina-DF, em sistema de sequeiro. Os dados meteorológicos foram fornecidos pela estação meteorológica da Embrapa Cerrados.

Foram utilizados 27 genótipos vindos do Banco de Germoplasma (BAG) da Embrapa Trigo (Passo Fundo, RS) dentre os quais havia variedades comerciais, linhagens, bem como genótipos sintéticos hexaplóides.

Condução do experimento

A semeadura foi realizada no dia 28 de fevereiro de 2014, em sistema de sequeiro. Os genótipos foram separados por ciclo de maturação e plantados ao acaso em três linhas de três metros cada, semeando-se 90 sementes/m, com o espaçamento entre linhas de 20 centímetros.

Foi feita adubação de base de 400 kg.ha⁻¹ com a formulação 4-30-16+Boro. Duas adubações de cobertura foram feitas na dosagem de 80 kg ha⁻¹ de N aos 20 e aos 40 dias após semeadura. Capinas manuais foram realizadas de acordo com a necessidade e o desenvolvimento da cultura. Aplicou-se o herbicida metsulfuronametil, na dosagem de 10g ia.ha⁻¹, para controle de plantas invasoras dicotiledôneas.

A colheita foi realizada manualmente e as espigas de cada material foram colocadas separando em sacos de papel devidamente identificados. Posteriormente, foi realizada a contagem do número de espigas infectadas por semana/por ciclo.

Classificação dos genótipos e avaliação

A classificação dos genótipos quanto à maturação foi baseada no número de dias entre plantio e a ocorrência de 50% de espigas emergidas. Foram designados de ciclo precoce os genótipos com até 60 dias de espigamento, de ciclo médio os genótipos de 61 até 75 dias de espigamento, e de ciclo tardio os com acima de 75 dias, segundo Andrade et al. (1998), Doto et al. (2001) e Sobrinho et al. (2008). Dos 27 materiais utilizados, 10 apresentaram de ciclo precoce (PF909, HUANCA, PF020062, BR18, PF993118, BRS Guamirim, CPAC05342, CPAC0544, Anahuac75, CPAC0761), 8 apresentaram ciclo médio (CIGM921696, PF926, África43, Chapeu, BRS209, CBENT006, Sumai3, Agatha) e 9 apresentaram ciclo tardio (CWG390.004, Karim, Safira, Granarolo, PF93159, RL6044, BETDAGAN131, PF070475, BRS Umbu).

Os genótipos foram avaliados semanalmente, de segunda a sexta, quanto à ocorrência de brusone, a partir do início do espigamento. Foram realizadas de quatro a seis avaliações, de acordo com o ciclo de desenvolvimento das plantas, marcando-se as espigas sintomáticas com barbantes de cores diferentes indicando cada semana de avaliação. Ao final de cada semana determinava-se o estágio fenológico dos genótipos de acordo com a escala de Zadoks (ZADOKS et al., 1974). Finalmente, após a colheita, foram quantificados o número de espigas infectadas semanalmente de cada genótipo. O total de espigas infectadas por semana/por ciclo foi calculado e tabelado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média final da incidência de brusone variou de 15,43% até 97,79% entre os genótipos de ciclo precoce, médio e tardio. Os genótipos CWG 390.004, RL 6044 e BRS UMBU, todos de ciclo tardio, destacaram-se por apresentarem as menores incidências, com médias em torno de 15%. Por outro lado, os genótipos BRS 209 (ciclo médio) e PF 93159 (ciclo tardio), apresentaram as maiores incidências, 93,4% e 97,79%, respectivamente.

Progresso da doença em campo

As temperaturas brandas, favoráveis ao crescimento do patógeno, combinadas com alta umidade, grande formação de orvalho observada pela manhã, e precipitação até os 57 dias após a semeadura (Figura 1), foram fatores que contribuíram para a ocorrência de níveis severos de brusone em espigas de trigo (TORRES et al., 2009).

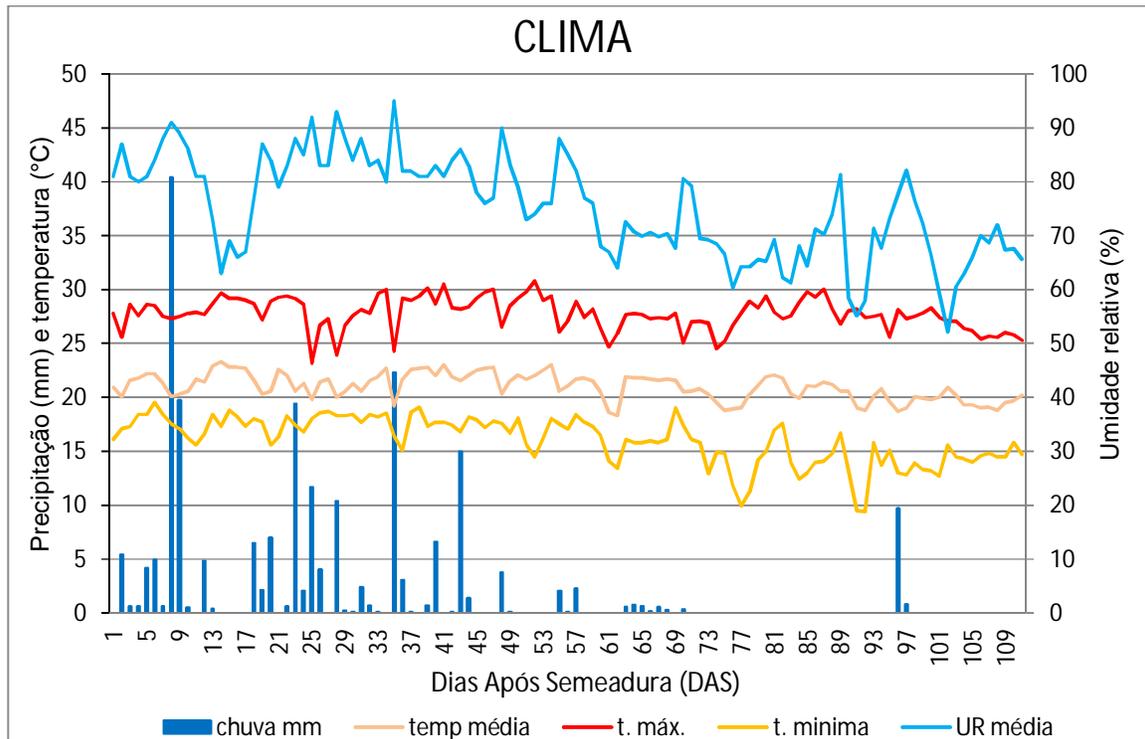


Figura 1: Dados climáticos durante a condução do experimento.

Fonte: Estação meteorológica da Embrapa Cerrados – CPAC (2014).

A infecção dos materiais de ciclo precoce foi influenciada pelas chuvas, que se prolongaram por mais de 50 dias após a semeadura (DAS), com temperaturas favoráveis, bem como pela fonte de inóculo do patógeno presente em hospedeiras secundárias (Figura 2) (REIS et al., 1988). Segundo Fitt et al. (1989), a chuva pode auxiliar na disseminação do patógeno pela pressão hidrostática exercida nos conidióforos, liberando os conídios no ar. De acordo com Purchio & Muchovej (1994), o patógeno possui ampla gama de hospedeiros, com relatos de ataques em mais de 80 gêneros vegetais, inclusos nas famílias: Poaceae, Cyperaceae, Zingiberaceae, Cannaceae, Commolinaceae, Musaceae, Solanaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae.

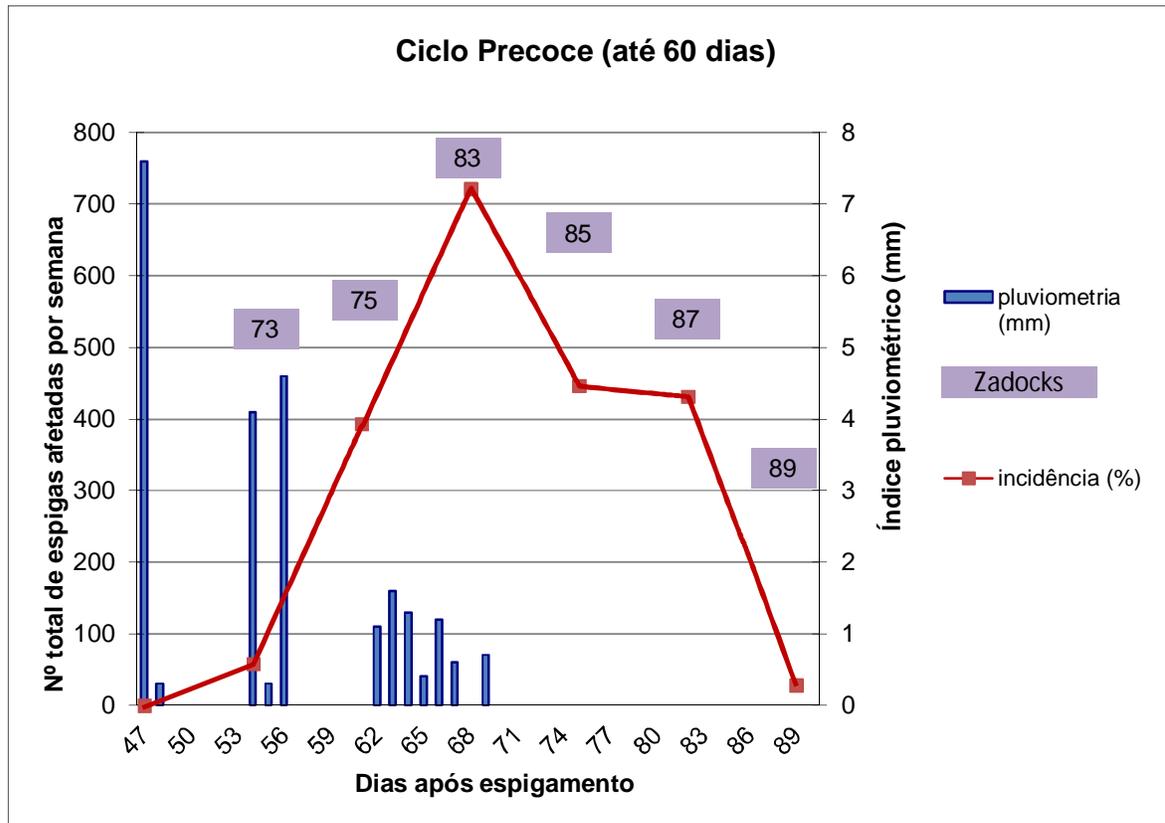


Figura 2: Progresso semanal da ocorrência de brusone em genótipos de ciclo precoce.
(■ Estádios fenológicos de acordo com a escala de Zadoks).

Nos genótipos de ciclo médio (Figura 3) e tardio (Figura 4), o prolongado período de molhamento proporcionado pela formação de orvalho favoreceu a infecção e o desenvolvimento do patógeno, já que as chuvas foram menos prevalentes. Segundo Piotti et al. (2005), a umidade relativa entre 85 e 89% e a presença de orvalho favoreceram a infecção de brusone em áreas de cultivo de arroz na Itália. Arendt (2006) observou que quanto mais longo for o tempo de exposição ao período de molhamento, maior será a severidade da doença e menor será o período de incubação.

Segundo Newton & Riley (1964), o céu sem nuvens permite que mais radiação se dissipe acelerando o processo de liberação de calor da Terra. Esse processo somado a ventos fracos favorecem a formação de orvalho (BAIER, 1966). Tais condições são parecidas com as que acontecem no Distrito Federal, entre fim de março e meados de outubro, mesmo com o clima seco e a média de precipitação perto de zero (MALACHIAS et al., 2010). Nesse período, as noites frias combinadas com um aumento da umidade relativa do ar favorecem a formação de orvalho na superfície das plantas durante a madrugada, o qual se mantém até o meio das manhãs (ZHANG et al., 2002; MAITY, 2003).

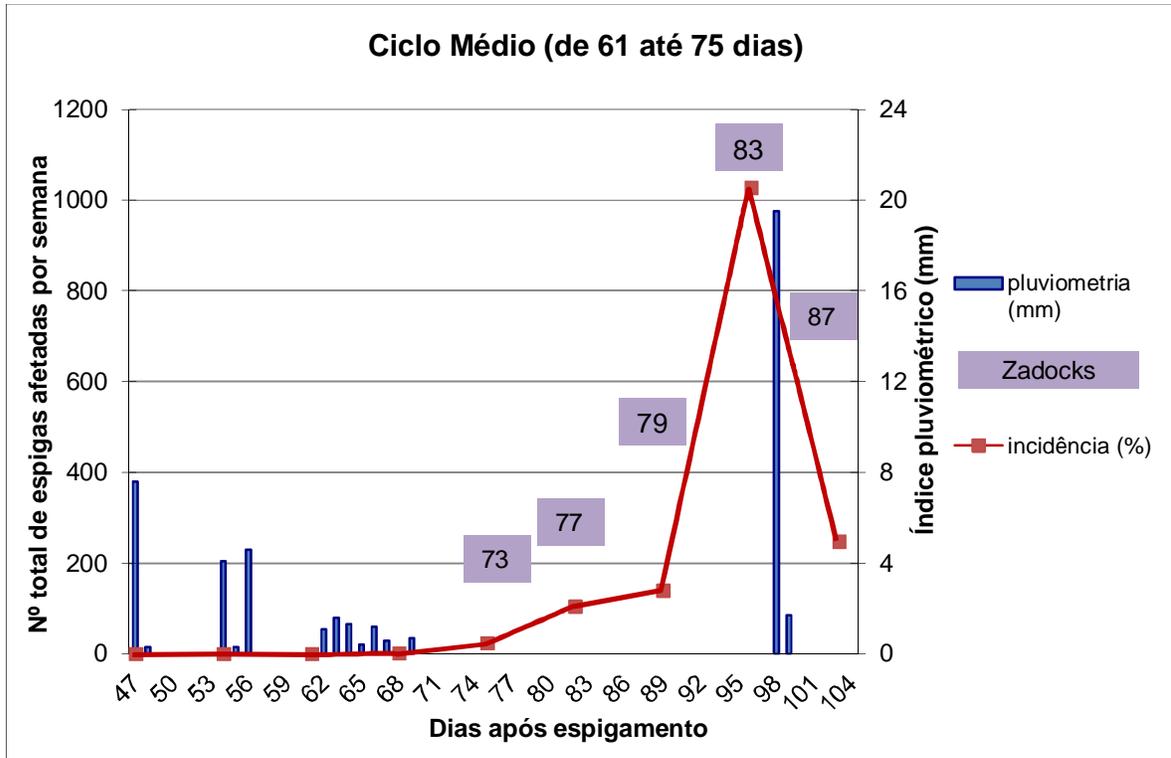


Figura 3: Progresso semanal da ocorrência de brusone em genótipos de ciclo médio.
 (■ Estádios fenológicos de acordo com a escala de Zadoks).

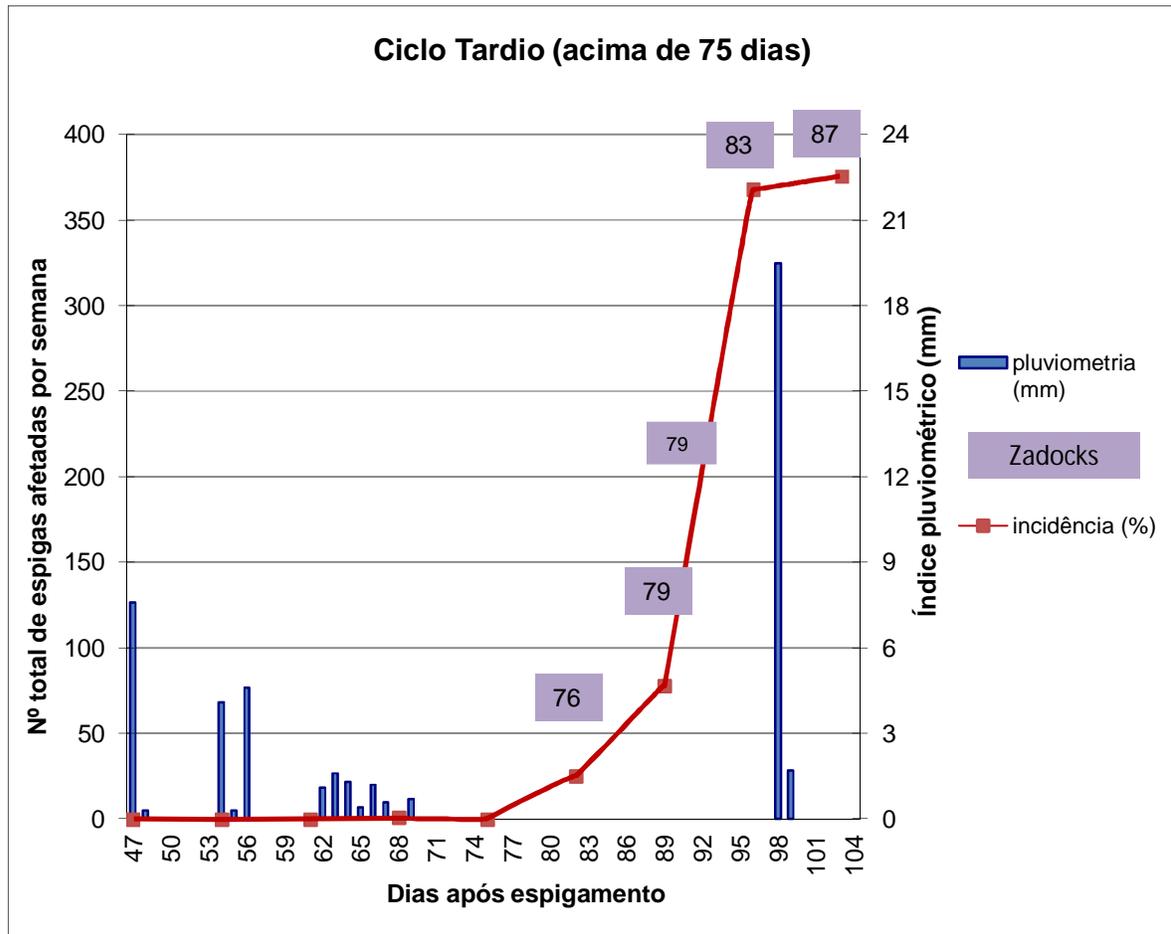


Figura 4: Progresso semanal da ocorrência de brusone em genótipos de ciclo tardio.

(■ Estádios fenológicos de acordo com a escala de Zadoks).

O orvalho ocorre como uma lâmina uniforme de água, garantindo que o molhamento fornecido para os esporos, no tecido vegetal, se torne uma condição ideal de infecção (ROYLE & BUTLER, 1986). No Brasil Central, a alta severidade da brusone é favorecida por oscilações de temperatura entre o dia e a noite, resultando em períodos prolongados de orvalho (PRABHU & MORAIS, 1986).

A epidemia que se instalou nos genótipos de ciclo precoce, juntamente com as condições ambientais favoráveis, proporcionou, provavelmente, a fonte de inóculo, a curta distância, para promover a infecção nos genótipos de ciclo médio e tardio. Em todos os ciclos, o progresso da doença apresentou crescimento similar a uma curva exponencial, atingindo seu ápice quando os genótipos alcançavam o estágio fenológico 83, grão em massa mole, da escala de Zadoks (1974) (Figuras 2, 3 e 4). Nos materiais de ciclo precoce, a incidência de espigas sintomáticas se manteve em níveis relativamente altos durante toda a fase de grão

pastoso (83 a 87) (Fig. 2). Já nos materiais de ciclo médio, a incidência atingiu um pico no início da fase de grão pastoso (83), o que coincidiu com uma elevação na umidade relativa do ar de 55% (90 DAS) para cerca de 73% (96 DAS) durante aquele período de avaliação (Fig. 1 e 3). Na semana seguinte, a grande maioria dos materiais já estava em final de ciclo, restando poucos genótipos em condições de serem avaliados, o que impactou negativamente no número de espigas sintomáticas (Fig. 3). Nos materiais de ciclo tardio a infecção manteve-se alta durante todo o período de massa mole até o endurecimento do grão (83 a 87) (Fig. 4). A chuva atípica no período de 96 DAS até 100 DAS, combinada com um ciclo de maturação mais lento desses materiais, foram fatores, provavelmente, fundamentais para o ocorrido (Fig. 4). De acordo com Bendendo & Prabhu (2005), durante a fase reprodutiva, o período de enchimento de grãos, a fase entre grão leitoso e grão em massa mole (10 a 20 dias após a emissão de panículas) é a fase mais suscetível à brusone. Os dados aqui apresentados corroboram essa afirmação para a condição climatológica do Distrito Federal em plantios de trigo sequeiro.

CONCLUSÃO

O estágio fenológico 83 (grãos em massa mole) apresentou o maior número de espigas infectadas por brusone para os genótipos de ciclo precoce e médio. Para os materiais tardios, a incidência foi maior no período entre os estádios 83 e 87 (grãos endurecidos). Essas informações trazem mais subsídios para produtores e extensionista na utilização do controle químico na época certa, e mostram como é fundamental a relação entre estágio de desenvolvimento da cultura e o progresso da doença no campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARENDDT, P. F. **Resistência de Genótipos de Trigo à Brusone**. 2006. 75p. (Pós-Graduação em Fitopatologia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.
- ANDRADE, J. M. V.; ALBRECHT, J. C.; SOUSA, C. A. N.; BRAZ, A. J. B. P.; SOUZA, M. A. Embrapa 21: nova cultivar de trigo para Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Distrito Federal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n.7, p.1209-1213. 1998.
- BAIER, W. Studies on dew formation under semi-arid conditions. **Agricultural Meteorology**, v. 3, n. 1-2, p. 103-112. 1966.
- BAREA, G.; TOLEDO, J. **Identificación y zonificación de Piricularia o Bruzone (Pyriculariaoryzae) en el cultivo de trigo em el Dpto. de Santa Cruz**. In: CIAT. Informe Técnico. Proyecto de Investigación Trigo, Santa Cruz, 1996, p. 76-86.
- BEDENDO, I. P.; PRABHU, A. S.. Doenças do Arroz. In: KIMATI, H.; AMORIM, A.; BERGAMIN FILHO, A. CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. **Manual de Fitopatologia: Volume 2: Doenças de Plantas Cultivadas**. 4 ed., São Paulo: Ed. Ceres, 2005. p. 88-91.
- CALLAWAY, E. Devastating wheat fungus appears in Asia for first time. **Nature**, v.532, p.421-422, 2016. doi: 10.1038/532421a.
- CHIN K.M.; BHANDHUFALCK A. **The Importance of Crop Growth Stages for Determining the Application Timing of Disease Control Agents on Rice**. In: Grayson B.T.,

Green M.B., Copping L.G. (eds) Pest Management in Rice. Springer, Dordrecht. 1990. https://doi.org/10.1007/978-94-009-0775-1_9

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, sexto levantamento, safra 2020/2021**. 2021. Disponível em:<<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 30 março 2021.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Estimativas - Produção e balanço de oferta e demanda: boletim grãos dezembro 2020**. 2020. Disponível em:<<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>>. Acesso em: 30 março 2021.

CONDÉ, A. B. T.; ANDRADE, A. T.; COELHO, M. A. O. Apresentação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 34, n. 274, p. 1. 2013.

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**, v. 94, p. 683–693. 2002. <https://doi.org/10.1080/15572536.2003.11833196>

DOTTO, S. R.; BRUNETTA, D.; BASSOI, M. C.; SCHEEREN, P. L.; TAVARES, L. C. **Cultivar de trigo BRS 208: produtividade, rusticidade e qualidade**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. 22 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 31).

FITT, B. D. L.; MCCARTNEY, H. A.; WALKLATE, P. J. The role of rain in dispersal of pathogen inoculum. **Annu. Rev. Phytopathol**, v. 27, p. 241-270. 1989.

GOULART, A. C. P. Perdas em trigo causadas pela brusone, 2004. In: Workshop de epidemiologia de doenças de plantas, 1. Viçosa. **Quantificação de perdas no manejo de doenças de plantas: Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p.123-130.

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

MAITY, S. S. Effects of meteorological factors on the production of conidia by *Helminthosporium sp.* and *Alternaria sp.*, the causal agents of foliar blight of wheat. **Annals of Plant Protection Science**, v.11, n. 2, p. 315-318. 2003.

MALQUIAS, J. V.; DA SILVA, F. A. M.; EVANGELISTA, B. A. **Precipitação pluviométrica em Planaltina, DF: análise de dados da estação principal da Embrapa Cerrados 1974 a 2003** (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 299). Brasília: Embrapa Cerrados. 2010.

NEWTON, O. H.; RILEY, J. A. Dew in the Mississippi delta in the fall. **Monthly Weather Review**. 1964. DOI: [https://doi.org/10.1175/1520-0493\(1964\)092<0369:DITMDI>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0493(1964)092<0369:DITMDI>2.3.CO;2).

PICININI, E. C.; FERNANDES, J. M. C. **Doenças de cereais de inverno: aspectos epidemiológicos e controle**. Passo Fundo: CNPT/EMBRAPA, 1995. 57p.

PRABHU, A.S.; MORAIS, O.P. **Rice blast management in upland rice in Brazil**. In: Shilder, F.J. & Mendoza, C.V. (Eds.) Progress in upland rice research. Manila: IRRI. 1986. p.382-394.

PIOTTI, E.; RIGANO, M. M.; RODINO, D.; RODOLFI, M.; CASTIGLIONE, S.; PICCO, A.M.; SALA, F. Genetic structure of *Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc. isolates from Italian paddy fields. **Journal Phytopathol.**, v.153, p.80-6. 2005.

PUCHIO, A.F.; MUCHOVEJ, J.J. **O gênero Pyricularia e seus teleomorfos**. In: LUZ, W.C.; FERNANDES, J.M.; PRESTES, A.M.; PICININI, E.C. (Eds.) RAAP-Revisão Anual de Patologia de Plantas, v. 2, p. 175-208. 1994.

REIS, E. M.; FERNANDES, J. M. C.; PICININI, E. C. **Estratégias para o controle de doença do trigo**. Passo Fundo: CNPT/EMBRAPA, 1988. 50 p. (Embrapa-CNPT. Documentos, 7).

ROYLE, D. J.; BUTLER, D. R. **Epidemiological significance of liquid water in crop canopies and its role in disease forecasting**. In: Ayres, P. G. and Boddy, L. (ed) Water, fungi, and plants. Londres: Cambridge University Press. 1986. p. 139-156.

SOUZA, B. C. P. **Reação de genótipos de trigo à brusone em ensaios tipo hot spot em Planaltina-DF**. 2014. 38p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – UPIS – Faculdades Integradas, Planaltina, Brasília.

SOBRINHO, J. S.; SÓ E SILVA, M.; CASAROTTI, D. da C.; ALVARENGA, C. B. de. **Comportamento de genótipos de trigo de sequeiro nos ensaios para determinação VCU, em Coromandel - MG, no ano de 2007**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 14 p. (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online, 56).

TEMBO, B.; MULENGA, R. M.; SICHILIMA, S.; M'SISKA, K. K.; MWALE, M.; CHIKOTI, P. C.; SINGH, P. K.; HE, X.; PEDLEY, K. F.; PETERSON, G. L.; SINGH, R. P.; BRAUN, H. J. Detection and characterization of fungus (*Magnaporthe oryzae* pathotype *Triticum*) causing wheat blast disease on rain-fed grow wheat (*Triticum aestivum* L.) in Zambia. **PLoS ONE**, n.15, v.9, e0238724. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238724>.

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. 10 p. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico online, 255).

USDA (2021) <https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde>. Acessado em: 30/03/2021.

ZADOKS, J.C., CHANG, T.T., KONZAK, C.F. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Research**, v.14, p. 415-21. 1974.

ZHANG, L. M.; BROOK, J.R.; VET, R. On ozone dry deposition: With emphasis on nonstomatal uptake and wet canopies. **Atmospheric Environment**, v. 36, n. 30, p. 4787- 4799. 2002.

ZHANG, N.; LUO, J.; ROSSMAN, A. Y.; AOKI, T.; CHUMA, I.; CROUS, P. W.; DEAN, R.; VRIES, R.P.; DONOFRIO, N.; HYDE, K.D.; LEBRUN, M. H.; TALBOT, N. J.; THARREAU, D.; TOSA, Y.; VALENT, B.; WANG, Z.; XU, J. R. Generic names in Magnaporthales. **IMA Fungus**, v. 7, p.155–159. 2016. <https://doi.org/10.5598/imafungus.2016.07.01.09>.