

Manejo de ferrugem do trigo através do coletor de esporos

Jhonn Zardo^{1*} e Jorge Alberto Gheller¹

¹Centro Universitário Assis Gurgacz, Colegiado de Agronomia, Cascavel, Paraná.

^{1*} jhonnzardo@outlook.com

Resumo: O trigo é uma das culturas mais importantes cultivadas pelo homem. Sua produção representa aproximadamente 30% de todo volume mundial de grãos. Este cereal é de suma importância econômica diante de seus diferentes usos que vão da alimentação humana e animal, até como matéria-prima para a indústria. As doenças dessa cultura compõem um fator importante, prejudicando o homem ao reduzir a qualidade e a quantidade do cereal produzido, causando sérios danos de produção com grandes prejuízos econômicos. O controle dessas doenças é feito com o uso de produtos fúngicos, a qual necessita de informações mais adequadas, especialmente quanto a necessidade do uso dos mesmos e o seu momento ideal de ser aplicado. O intuito do trabalho foi avaliar o período preferencial para a pulverização de fungicidas fundamentado na presença inicial dos primeiros esporos dos fungos de doenças da folha, monitorados por meio do coletor de esporos e comparar com métodos convencionais. Também teve como objetivo realizar análise econômica simplificada. O ensaio foi desenvolvido no ano de 2019 no Centro Universitário Assis Gurgacz, na fazenda escola, sendo delineado em DBC com quatro tratamentos e cinco repetições. A análise estatística das variâncias será realizada com o programa SISVAR e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados obtidos indicaram que a pulverização de fungicida controla doenças foliares, porém se aliada a métodos como cultivar resistente e principalmente pulverização no momento certo da chegada do inóculo dos fungos, os resultados serão adequados e com menores custos de produção.

Palavras-chave: *Triticum*, produtividade, fungicida.

Wheat rust management through spore collector

Abstract: Wheat is one of the most important crops grown by man. Its production represents approximately 30% of all world grain volume. This cereal is of great economic importance due to its different uses ranging from human and animal food, even as raw material for industry. Diseases of this crop are an important factor, harming humans by reducing the quality and quantity of the grain produced, causing serious production damage with great economic losses. The control of these diseases is made with the use of fungal products, which needs more adequate information, especially regarding the need for their use and their ideal time to be applied. The objective of this work was to evaluate the preferential period for fungicide spraying based on the initial presence of the first spores of leaf disease fungi, monitored by the spore collector and to compare with conventional methods. It also aimed to perform simplified economic analysis. The essay was developed in 2019 at the Assis Gurgacz University Center, in the school farm, and was designed in DBC with four treatments and five repetitions. Statistical analysis of variances will be performed using the SISVAR program and means compared by Tukey test at 5% probability. The results indicated that fungicide spraying controls leaf diseases, but combined with methods such as resistant cultivar and mainly spraying at the right time of fungal inoculum arrival, the results will be adequate and with lower production costs.

Key words: *Triticum*, productivity, fungicide.

Introdução

O trigo, espécie da família Poaceae, é uma das três maiores culturas de cereais produzida no mundo, juntamente com o arroz e o milho. O seu grão é o elemento básico utilizado na produção da farinha de trigo, é usado na fabricação de diversos alimentos presentes na alimentação diária humana, como por exemplo, pães, biscoitos, massas, também, na alimentação animal, na condição de forragem, farelos ou ingrediente de rações.

No Paraná, a triticultura tem extrema importância, sendo estado maior produtor nacional do cereal, além de deter a maior área cultivada com o produto. Conforme dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), na safra 2018, no Paraná, houve aumento de 14,2% na área destinada a semeadura da cultura em relação ao ano anterior, chegando a 1.098 mil hectares. Esse ganho está atrelado à substituição de áreas antes semeadas com milho segunda safra (a estiagem inviabilizou a semeadura do milho no período ideal) e aos preços atrativos do trigo no momento do plantio. Ainda sua produtividade média foi de 2.582 kg ha⁻¹, representando aumento de 11,9% em comparação à safra passada, que foi prejudicada pelas geadas e por estiagem. Porém devido às persistentes chuvas ocorridas em outubro, parte do produto já colhido apresentou problemas de qualidade, como baixo pH (triguilho) e baixo fallingnumber (índice de queda). Ainda assim a produção final apresentou crescimento de 27,8% em relação a 2017, alcançando 2.835 mil toneladas (CONAB, 2019).

Como é observado, a constante busca por uma maior produtividade na referida cultura, como também por uma melhor qualidade em seus grãos, é dada a grande exigência do mercado consumidor ocasionada pelo aumento do consumo do cereal. Perante o exposto, é cobiçado o potencial da cultura, observando o equilíbrio do ambiente, da planta e do manejo dos fatores bióticos e abióticos que afetam a sua produtividade (CONAB, 2017).

Entretanto, dentre as problemáticas que consta na produção do trigo, dá-se ênfase no prejuízo causado por conta das diversas doenças que afetam o seu desenvolvimento, comprometendo assim, a sua produtividade e a qualidade dos grãos. Como este, é cultivado no inverno, é afetado especialmente por fungos, dentre eles a ferrugem da folha e o oídio, que são responsáveis por danos no rendimento dos grãos. Em trigo, os danos causados pelo oídio podem chegar até 62%, e os da ferrugem da folha até 63% (BORÉM e SCHEEREN, 2015).

Conforme um estudo realizado pela CONAB, objetivando revelar quanto os produtores de trigo gastaram com insumos entre os anos de 2009 e 2017, bem como observando a participação dos gastos, percebe-se que os agrotóxicos perfazem 12% de participação nos custos operacionais, na safra de 2017 (CONAB, 2018).

Desta forma, é relevante verificar a importância do estudo no uso adequado destes insumos, visando a redução nos custos operacionais da safra, a partir do manejo da sua quantidade necessária para o devido controle das doenças citadas. O controle dessas doenças depende de certos fatores, sendo estes, a sua correta identificação, o entendimento de seu ciclo e o conhecimento das formas de manejo disponíveis (BORÉM e SCHEEREN, 2015).

Fungicidas disponíveis para o controle de doença, na maioria das vezes são de caráter preventivo, onde sua ação residual fica afetada, existindo a necessidade de espaços curtos de aplicações de até 15 dias (YORINORI, 2002).

Notando a necessidade de diversas aplicações de fungicidas, estão sendo criados modelos preditivos ou ferramentas de monitoramento que ponderam parâmetros meteorológicos, do hospedeiro e patógeno, tendo como objetivo alertar e prever os possíveis períodos que aconteçam condições adequadas ao ataque de determinado patógeno, tanto localizado quanto a nível regional (YANG, 2006).

Para a cultura do trigo, são encontrados na literatura alguns modelos de prevenção, entre eles um sistema criado a partir de um coletor de esporos denominado SIGA (GARDIANO *et al.*, 2010; IGARASHI *et al.*, 2008). Neste caso, o coletor de esporos, pode ser considerado uma ferramenta de grande eficiência na identificação e manuseio destes patógenos, possibilitando a diminuição do uso de produtos químicos e, desta maneira, consequentemente, a produção da referida cultura se tornará mais viável economicamente (IAMAMOTO, 2009).

Tal aparelho, tem a finalidade de detectar o aparecimento de esporos de organismos fitopatogênicos no ar e associar a dados meteorológicos e de previsão de tempo a fim de avaliar a probabilidade de infecção de doenças. Os sistemas de previsão ajudam na identificação inicial da doença na cultura, na concepção e de definir o tempo de aplicação de fungicidas no campo, na redução de eventuais contaminações ambientais e outras consequências indesejáveis decorrentes de aplicações de fungicida desnecessárias, na redução das chances de desenvolvimento de resistência da ferrugem a fungicidas aplicações preventivas com menor pressão de inócuo (GUINI e KIMATI, 2002).

Neste sentido, o objetivo desse trabalho foi verificar a adequação da utilização de coletor de esporos do fungo da ferrugem da folha do trigo como determinante para início de controle da doença em comparação com outros métodos já utilizados.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Escola do Centro Universitário FAG, em Cascavel, Paraná, de coordenadas geográficas de 24°56'21.9"S e 53°30'51.1"W, com altitude de 700 m. De acordo com a classificação de Köppen e Geiger o clima é Cfa (verão quente e chuvoso, temperatura média de 18.2 °C e pluviosidade anual de 1822 mm), sendo o solo da comarca classificado como latossolo vermelho (EMBRAPA, 2013).

A variedade utilizada de trigo foi a IPR Catuara, com ciclo médio de 112 dias, caracterizada como suscetível à doenças da cultura do trigo como ferrugem da folha e oídio. A semeadura ocorreu em 15 de maio de 2019, utilizando a máquina semeadora de parcelas, sendo que a adubação foi de 250 kg ha⁻¹ na formulação 10-15-15 (N-P-K) aplicados na base.

O delineamento experimental do ensaio, foi em blocos casualizados (DBC), contendo quatro tratamentos em cinco blocos, totalizando 20 parcelas. Cada parcela foi composta de cinco linhas da cultura com cinco metros de comprimento, espaçadas entre si de 20 cm, perfazendo um total de 5 m² por parcela.

Os tratamentos constituíram-se de momentos de aplicações de fungicidas organizados com parcela testemunha T1 - (sem aplicação de fungicida), T2 - (folha bandeira + florescimento) composto por duas aplicações do fungicida, na folha bandeira e a segunda no florescimento pleno, T3 - (monitoramento visual) com realização de duas aplicações, sendo a primeira quando da constatação das primeiras pústulas de ferrugem e a segunda quinze dias depois da primeira aplicação, T4- (uso coletor) realização de apenas uma aplicação de fungicida na chegada dos esporos do fungo.

Os tratamentos foram executados conforme previstos e estão explanados na Tabela 1.

Tabela 1 – Pulverizações do fungicida em dias após a emergência (DAE), no trigo (IPR Catuara) Cascavel (PR), 2019.

Tratamentos	1ª Aplicação	2ª Aplicação
T1	-	-
T2	63 (DAE)	73 (DAE)
T3	83 (DAE)	98 (DAE)
T4	73 (DAE)	-

Fonte: Autor (2019)

Foi utilizado unicamente o produto Trifloxistrobina, 150 gL⁻¹+ Protiocanazole, 175 gL⁻¹, fungicida de marca comercial FOX® na dosagem especificada pelo fabricante na bula, que foi

de $0,5\text{L ha}^{-1}$, junto com óleo mineral AUREO® na dosagem de 0,5% do volume de calda. Para pulverização do fungicida, foi usado um pulverizador costal, propelido a gás CO_2 , com uma barra com dois bicos leque espaçados entre si de 50cm, e com uma vazão aproximadamente 150L/ha^{-1} .

Durante o ensaio foi realizado um acompanhamento das condições ambientais através da estação meteorológica existente no CEDETEC, próximo à área do ensaio, os dados encontram-se na Figura 1.

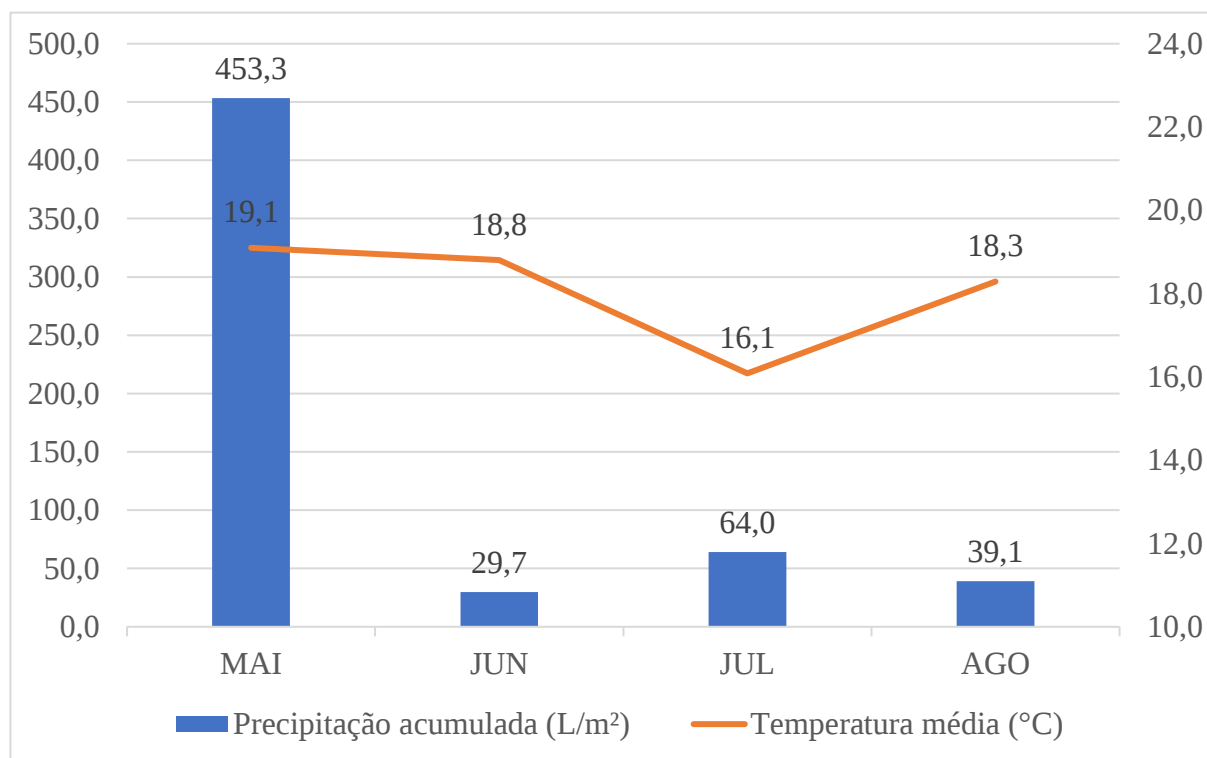


Figura 1– Precipitação acumulada e temperatura média, durante os meses da condução do experimento, Cascavel (PR), 2019.

O monitoramento na lavoura de trigo para a chegada de esporos do fungo gerador da ferrugem da folha e de outros fungos causadores de doenças foliares, foi realizado através de um instrumento conhecido como coletor de esporos, que foi instalado na lavoura, cerca de quarenta dias após a emergência.

O coletor de esporos é um equipamento fabricado em tubo de PVC, com diâmetro de 100 milímetros, com 80 centímetros de comprimento, apoiado com uma haste de ferro para mantê-lo estável ao solo. Na junção do tubo com a haste de ferro, há um rolamento que permite ao coletor movimentos circulares. Na parte traseira tem aletas para mantê-lo com o bocal voltado para direção dos ventos. Próximo a extremidade frontal do tubo há uma abertura lateral para implantar uma peça na qual ampara uma lâmina laboratorial de vidro que contém uma fita

adesiva de dupla face. A cada período de três dias, a lâmina com fita foi substituída por uma nova. A lâmina retirada era posteriormente analisada, para constatação da chegada ou não de esporos à lavoura. Tal procedimento foi realizado em laboratório com auxílio de microscópio óptico, com aumento de 100 e 400 vezes.

A colheita foi realizada em 14 de setembro de 2019, colhendo manualmente três linhas centrais da parcela por três metros de comprimento. Para operação de debulha foi utilizado uma colhedora de parcelas da Embrapa Soja Londrina-PR. Após a colheita, os grãos respectivos de cada uma das parcelas foram limpos de impurezas e pesados em balança eletrônica de laboratório. Posteriormente foi feita a leitura da umidade, com o determinador de umidade digital (Gehaka 800).

Os volumes obtidos da massa de grãos foram transformados para umidade padrão de 13%, e posteriormente convertidos em produtividade para kg/ha^{-1} . Para obtenção do peso hectolitro, retirou-se do volume total dos grãos, uma amostra de cada parcela e colocada em uma balança de peso hectolitro proposto a obter tal medida.

Também foi realizada análise econômica simplificada, considerando apenas o custo variável envolvido nas aplicações, de acordo com os diferentes tratamentos.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro Wilk, a análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, com auxílio do programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2010).

Resultados e discussão

Durante a condução desse ensaio, o regime pluviométrico situou-se bem abaixo da média para a região, sobretudo nos meses de junho e agosto, conforme consta na Figura 1. Tal situação não ofereceu condições favoráveis para o fungo da ferrugem se instalar e desenvolver-se adequadamente.

Os primeiros esporos do fungo da ferrugem da folha do trigo (*Puccinia triticina*) foram capturados no dia 02/08/2019, aos setenta e três dias da emergência. Anteriormente a tal fato, e cumprindo o estabelecido para o ensaio, no tratamento T2 já havia sido realizada uma pulverização com o fungicida aos sessenta e três dias da emergência e a segunda aplicação dez dias após a primeira no florescimento pleno. Assim nesse tratamento, quando foram constatados os esporos no ensaio, já haviam sido realizadas as duas pulverizações. Já no tratamento T3, a primeira pulverização ocorreu em 13 de agosto, quando da constatação de primeiras pústulas do fungo e a segunda em 28 de agosto, quinze dias após a primeira. Para o

tratamento T4, a pulverização única ocorreu em 03 de agosto, um dia depois do aparecimento dos primeiros esporos, identificados no coletor.

Os resultados obtidos para os parâmetros produtividade e peso hectolitro para os tratamentos realizados, encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Produtividade e peso hectolitro dos tratamentos do trigo (IPR Catuara) Cascavel – PR, 2019.

Tratamento**	Produtividade Kg ha⁻¹*	PH*
T1	2849,16 a	82,48 a
T2	3255,65 b	82,80 a
T3	2891,06 a	82,59 a
T4	2956,60 a	82,64 a
CV (%):	4,47	0,33
DMS:	251,15	0,51

*Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si a 5 % pelo teste de Tukey.

Cv: coeficiente de variação; DMS: Diferença mínima significativa.

**T1 = sem aplicação; T2 = primeira aplicação com 63 dias e reforço 10 dias após; T3 = primeira aplicação aos 83 dias com pústulas e reforço 15 dias após; T4 = 1 aplicação com uso de coletor aos 73 dias.

Interpretando os resultados para produtividade verifica-se que apenas as médias do T2 variaram de forma significativa em relação as médias dos outros tratamentos. Já entre os tratamentos T3, T4 e T1 não houve diferenças significativas.

Tal observação leva a concluir que a pulverização realizada aos 63 dias e a segunda aos 73 dias surtiram efeito, na situação em que o experimento foi realizado. Possivelmente o resultado foi consequência do excelente efeito protetor do fungicida, já que quando foi constatado os esporos, havia passado somente dez dias da primeira aplicação, tempo ainda dentro do efeito residual do fungicida. Com a realização da segunda, o efeito fúngico foi completo.

Pode-se ainda creditar o melhor desempenho do T2, a presença da doença oídio, que mesmo em baixa intensidade, foi controlada, devido a primeira aplicação do fungicida. Nos demais tratamentos, só ocorreu controle quando o fungicida foi aplicado.

Com relação a doença oídio, mesmo com baixos índices pluviométricos (Figura 1) e baixo teor de umidade relativa reinantes durante o ensaio, conseguiu se instalar e provocar certo grau de severidade, pois a cultivar empregada não apresentava nenhuma tolerância ao fungo causador.

Comparando o resultado do T4, com controle baseado na chegada dos esporos, verifica-se que foi igual aos T3, cuja objetivo foi aplicar com sintomas, verifica-se que foram iguais. Contudo salienta-se que no T4 ocorreu apenas uma pulverização, enquanto no T3 duas. Certamente a pulverização do fungicida antes que o fungo se instalasse foi determinante para o resultado.

Esse resultado é semelhante a aqueles alcançados por Oliveira et al. (2013), que examinando o controle da ferrugem da folha do trigo em diferentes estádios da cultura, apontaram que o coletor de esporos foi eficaz na identificação dos mesmos, antes da manifestação dos sintomas na planta.

Oliveira et al. (2013) avaliando o controle da ferrugem da folha do trigo observaram também que atrasos nas aplicações de fungicidas elevavam os níveis de severidade da doença, reduzindo a qualidade de controle e acarretando danos à produtividade da cultura.

Boller et al. (2008) estudando melhores tecnologias para controle da ferrugem da folha, averiguaram que, uma vez iniciado o desenvolvimento da ferrugem da folha, atrasos no momento da pulverização induzem a maiores dificuldades no controle da doença.

Para a variável peso hectolitro não ocorreu variações entre os diferentes tratamentos, resultados semelhantes encontrados por (PRIOR, 2003). É provável que a baixa infecção de doenças foliares e a inexistência de doenças de espiga contribuíram para tal resultado.

Na Tabela 3 encontra-se uma análise econômica simplificada em reais do custo dos tratamentos realizados.

Tabela 3 – Análise econômica simplificada expressa em reais por hectare do trigo (IPR Catuara) Cascavel (Pr), 2019.

Tratamentos	Receita bruta	Custo aplicações	Receita líquida	Redução da Receita (%)
T1	2136,87	0	2136,87	0
T2	2441,73	357,00	2084,73	-2,44
T3	2168,29	357,00	1811,29	-15,24
T4	2217,45	178,50	2038,95	-4,58

Receita bruta= (kg ha / 60kg x valor saca). Valor saca de 60kg = R\$ 45,00, no dia 28/10/2019, cotação da Coopavel.

Custo de aplicação = (fungicida + óleo + operação). Valor fungicida=R\$240,00/L, Valor óleo= R\$18,00/L e operação =R\$45/ha. T1 = Nenhuma aplicação; T2 = 1 aplicação com 63 dias e reforço 10 dias após; T3 =1 aplicação aos 83 dias com pústulas e reforço 15 dias após; T4 = 1 aplicação com uso de coletor aos 73 dias.

Analisando a Tabela 3, nota-se que os tratamentos T2 e T3, onde foram realizadas duas aplicações, apresentaram a receita líquida menor que o T4, que foi realizado somente uma única

aplicação, com o uso do coletor empregado. Comparando o Tratamento 2 com duas aplicações com o Tratamento 4 com uma aplicação, observa-se que no Tratamento 2 a receita líquida foi de apenas R\$45,78 maior, valor considerado insignificante. Já comparando o Tratamento 3 com o Tratamento 4 observa-se que a receita líquida no T4 foi R\$227,66 maior, mesmo com apenas uma aplicação. Tais resultados se justificam pela baixa intensidade pluviométrica, impossibilitando condições favoráveis para o patógeno em estudo.

Conclusão

Conclui-se que o coletor de esporos pode ser uma ferramenta prática e útil na determinação do melhor momento de realizar a pulverização para o controle da ferrugem do trigo.

Que se utilizado com outros métodos de manejo, como cultivares resistentes, poderá resultar um melhor controle da doença com menor custo, proporcionando maior lucratividade.

Referências

- BORÉM, Aloísio; SCHEEREN, Pedro. **Trigo do Plantio a Colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015.
- BOLLER, W.B.; FORCELINI, C.A.; HOFFMANN, L.L; CASA, R.T. **Tecnologia de aplicação de fungicidas – parte II. Revisão anual de patologia de plantas**, v.16, p.85-132, 2008.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **A Cultura do Trigo: Análise dos Custos de Produção e da Rentabilidade no Anos-Safra 2009 a 2017**. CONAB, 2018. ISSN: 2448-3710. Organizador: Aroldo Antonio de Oliveira Neto. Disponível também em: <<http://www.conab.gov.br>>.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira Grãos V. 6 - SAFRA 2018/19 - N. 4 - Quarto levantamento | JANEIRO 2019**. CONAB, 2019. ISSN: 2318-6852. Disponível também em: <<http://www.conab.gov.br>>.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **A Cultura do Trigo** / Organizadores Aroldo Antonio de Oliveira Neto e Candice Mello Romero Santos. – Brasília: CONAB, 2017.
- EMBRAPA- **Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária**. 2013. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos / Humberto Gonçalves dos Santos ... [et al.]. – 3 ed. rev. ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2013.
- FERREIRA, D. F. **Sistema de análises estatísticas-Sisvar 5.6**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2010.
- GUINI, R.; KIMATI, H. **Resistência de fungos a fungicidas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2002. 78p.
- GARDIANO, C. G.; BALAN, M. G.; FALKOSKI FILHO, J.; CAMARGO, L. C. M.; OLIVEIRA, G. M.; IGARASHI, W. T.; SUDO, L. T.; IGARASHI S.; ABI SAAB, O. J. G.; CANTERI, M. G. Manejo químico da ferrugem asiática da soja, baseado em diferentes métodos de monitoramento. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.77, n.3, p.497- 504, 2010.
- IAMAMOTO, M.M. Critérios baseados em sistemas de aviso: modelo baseado no monitoramento do inoculo. In: Reis, E.M (Org.), **Doenças do trigo III: Giberela**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2009. p.111-115.
- IGARASHI, W.T.; CAMARGO, L.C.M.; IGARASHI, S.; GARDIANO, C.G., OLIVEIRA, G.M.; SAAB, O.J.G.A. Manejo químico da ferrugem asiática da soja, baseado em diferentes métodos de monitoramento. **Fitopatologia Brasileira**, v.34, p.98, 2008.
- OLIVEIRA, G. M.; PEREIRA, D. D.; CAMARGO, L. C. M.; BALAN, M. G.; CANTERI, M. G.; IGARASHI, S.; SAAB, O. J. G. A. Controle da ferrugem da folha do trigo (*Puccinia Triticina*) em diferentes momentos de aplicação de fungicida. **Circular do Instituto Biológico**, São Paulo, v.80, n.4, p. 436-441, 2013.

PRIOR, M. **Resposta de cultivares de trigo (*triticumaestivum*) a épocas de semeadura.** Cascavel: UNIOESTE, 2003. 63p. Dissertação Mestrado.

YANG, X.B. **European journal of PlantPathol** (2006) 115: 25. doi:10.1007/s10658-005-4513-5

YORINORI, J. T. Situação atual das doenças potenciais no cone sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 2., 2002, Foz do Iguaçu, PR. **Anais.** Londrina: Embrapa Soja, 2002. p.171- 187.