

Controle da ferrugem da folha do trigo (*Puccinia triticina*) em diferentes momentos de aplicação de fungicida

*Control of wheat leaf rust (*Puccinia triticina*) at different timings of fungicide application*

Gustavo Migliorini de Oliveira^{1*}, Diego Dionizio Pereira¹, Lenio Cesar Moraes de Camargo¹, Marcelo Gonçalves Balan², Marcelo Giovanetti Canteri¹, Seiji Igarashi¹, Otavio Jorge Grigoli Abi Saab¹

RESUMO: A aplicação de fungicidas tem importante papel na cultura do trigo e sua eficácia está atrelada principalmente ao momento biológico para o controle. O objetivo deste trabalho foi estudar a influência do momento de aplicação de fungicida nos danos decorrentes da ferrugem da folha do trigo (*P. triticina*). Um coletor de esporos Siga foi instalado na área experimental a fim de auxiliar na previsão da ocorrência da ferrugem antes da manifestação dos sintomas. O cultivar utilizado foi o CD 104 — susceptível à ferrugem — e as aplicações foram realizadas aos 7, 14 e 21 dias após a manifestação dos primeiros sintomas de ferrugem nas plantas. Avaliaram-se neste experimento a área abaixo da curva de progresso da doença, obtida pela sua severidade, e os índices de produtividade (kg/ha) e peso hectolitro (g) da cultura. O coletor Siga foi capaz de detectar esporos de ferrugem antes da manifestação sintomática da doença, auxiliando na sua identificação no campo nos primeiros sintomas. O atraso nas aplicações de fungicida aumentou os níveis de severidade, reduzindo significativamente o nível de controle e ocasionando danos consideráveis à produtividade da cultura. Verificaram-se perdas de produtividade na ordem de 80 kg por dia de atraso na aplicação.

PALAVRAS-CHAVE: controle químico; momento biológico de controle; coletor de esporos.

ABSTRACT: The fungicide application is important to the wheat field and its efficacy is related mainly to the biologic timing for the control. The aim of this paper was to study the influence of timing of fungicide application in the damage caused by leaf rust of wheat (*P. triticina*). A spore trap Siga was installed in the experimental area to assist the prediction of leaf rust before the first symptom. The cultivar used was CD 104 — susceptible to the rust — and the applications were made at 7, 14 and 21 days after the first symptoms of the leaf rust on the plants. It was evaluated in this experiment the area under the disease progress curve, obtained by the disease severity, and the yield (kg/ha) and hectolitre weight (g) indexes of the field. The trap Siga was able to detect spores of leaf rust before the disease symptoms, supporting its identification in the field in the first symptoms. The delay of the fungicide application increased the level of disease severity, reducing significantly the control level and causing considerable damage to the crop yield. It was verified yield losses approximately of 80 kg per day of delay of the application.

KEYWORDS: chemical control; timing of fungicide application; spore trap.

¹Universidade Estadual de Londrina (UEL) – Londrina (PR), Brasil.

²Universidade Estadual de Maringá (UEM) – Maringá (PR), Brasil.

*Autor correspondente: gmigliorini@hotmail.com

Recebido em: 26/05/2012. Aceito em: 21/10/2013

INTRODUÇÃO

A ferrugem da folha do trigo, ocasionada pelo fungo *Puccinia triticina* Eriks, caracterizado como parasita obrigatório, é uma das principais doenças da cultura. Ela é observada, não necessariamente de forma epidêmica, em praticamente todos os anos de cultivo entre os cultivares susceptíveis. O controle químico, por sua vez, é o principal método de controle, sendo a aplicação de fungicidas uma constante na cultura do trigo, com efetividade de controle (DEBONA *et al.*, 2009; KUHNEM JUNIOR *et al.*, 2009; GODOY *et al.*, 2000; PICININI; FERNANDES, 2001).

O principal fator inerente à eficácia da aplicação de fungicida contra a ferrugem da folha está ligado ao momento biológico de controle. Todavia, são frequentes aplicações calendarizadas, ou seja, determinadas principalmente por um respectivo estágio fenológico da cultura. A aplicação baseada neste método não é totalmente eficaz e/ou recomendável no âmbito epidemiológico, pois não considera a presença da doença, podendo resultar em aplicações desnecessárias, aumentando o impacto ambiental. Além deste aspecto, tais aplicações podem apresentar baixo nível de controle, uma vez que o fungicida é metabolizado pelas plantas ao longo do tempo, podendo apresentar efeito fungistático diminuto quando há uma eventual infecção do patógeno.

Neste sentido, vêm sendo desenvolvidos os chamados modelos preditivos ou sistemas de aviso, que consideram parâmetros meteorológicos, do hospedeiro e/ou do patógeno, tendo como prerrogativa prever períodos em que haja condições favoráveis para o desenvolvimento de determinada doença tanto em nível local quanto regional (YANG, 2006).

Para a cultura do trigo, são encontrados na literatura alguns sistemas de previsão (CARDOSO, 2006; SHAH; BERGOSTROM, 2002). Existe ainda um sistema desenvolvido a partir de um coletor de esporos denominado SIGA (GARDIANO *et al.*, 2010; IGARASHI *et al.*, 2008), que tem o intuito de detectar a presença de esporos de organismos fitopatogênicos no ar e associar a dados meteorológicos e de previsão de tempo a fim de estimar a possibilidade de infecção de doenças.

Os sistemas de previsão auxiliam na identificação inicial da doença na cultura, no planejamento e tomada de decisão da 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 inóculo (GUINI; KIMATI, 2002) e, sobretudo, no aumento da eficiência de controle e redução dos danos causados pela ferrugem da folha na cultura do trigo (COOK *et al.*, 1999).

Baseado nestas premissas, o objetivo deste trabalho foi estudar o efeito de diferentes momentos de aplicação de fungicida nas perdas decorrentes da ferrugem da folha do trigo, com o auxílio do coletor de esporos SIGA.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na fazenda escola da Universidade Estadual de Londrina (23°20'30"S 51°12'35"O), altitude aproximada de 560 m, na safra agrícola de 2010. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa (verão quente e chuvoso, com precipitação pluviométrica média anual de 1.600 mm), sendo o solo da região classificado como latossolo vermelho eutroférico (EMBRAPA, 1999).

Utilizou-se o cultivar CD 104, ciclo médio (~120 dias), caracterizado como moderadamente susceptível às principais doenças da cultura do trigo: *Puccinia triticina*, *Blumeria graminis*, *Phaeosphaeria nodorum*, *Cochliobolus sativus*, *Pyrenophora tritici-repentis*, *Magnaporthe grisea* e *Giberella zeae*. O cultivar foi semeado em 23 de abril de 2010, tendo 250 kg/ha da fórmula 4-14-8 (N-P-K) como adubação no momento da semeadura.

O coletor de esporos SIGA, associado aos dados meteorológicos e de previsão de tempo (GARDIANO *et al.*, 2010; IGARASHI *et al.*, 2008), foi utilizado como método de monitoramento das doenças do trigo antes da manifestação dos sintomas, auxiliando na correta identificação da doença antecipadamente. O coletor apresentava-se a 50 cm da copa do trigo, sendo sua altura variável com o crescimento da cultura. Neste coletor, foram fixadas lâminas de microscopia óptica com fita adesiva transparente de face dupla para aderência dos esporos presentes no ar. As lâminas foram trocadas em um intervalo de três dias. A identificação dos patógenos se deu por meio da observação dos esporos em microscópio óptico.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, referente a diferentes momentos biológicos de controle da ferrugem da folha do trigo, sendo que cada parcela apresentava área de 32 m² (4 x 8 m). Os tratamentos constituíram-se de três momentos de aplicação de fungicida. O primeiro iniciou a partir do diagnóstico dos sintomas na cultura e os demais, posteriormente, em intervalos de sete dias. Também havia a testemunha sem controle.

Utilizou-se a dose comercial de 0,5 L.ha⁻¹ do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina + 0,5% v.v de óleo mineral. A aplicação foi realizada por meio de um pulverizador costal pressurizado via CO₂, acoplado com a ponta de pulverização XR 110-02 — jato plano simples — na pressão de trabalho de 413 kPa, gerando, consequentemente, taxa de aplicação de 250 kg/ha com gotas classificadas como finas, segundo o fabricante. Considerou-se um intervalo aproximado de 20 dias para as reaplicações do fungicida em cada respectivo tratamento, sendo estas realizadas até a maturação fisiológica das plantas, totalizando três aplicações em cada tratamento.

No momento da aplicação do primeiro tratamento, a cultura apresentava-se no estágio de alongação do colmo, com 25% de incidência de ferrugem entre as plantas de trigo como um todo. As datas, bem como as condições meteorológicas relativas ao momento de cada aplicação, estão descritas na Tabela 1.

Avaliações de severidade da doença foram realizadas periodicamente a cada sete dias com o auxílio de escala diagramática para a doença (BRUNETTA *et al.*, 1997). A partir destas, construíram-se curvas de progresso da doença e calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). A estimativa da produtividade e o peso hectolitro, padronizados em 13% de umidade, foram obtidos a partir da colheita manual de 3 m² da cultura — área central da parcela. Análises de variância seguidas do teste Tukey em 5% de probabilidade foram efetuados para a determinação dos efeitos de cada tratamento nas variáveis analisadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as aplicações de fungicida foram efetuadas no período da manhã, quando a temperatura, a umidade relativa do ar e velocidade do vento (<4 km/h) se encontravam adequadas para tanto (RAMOS; PIO, 2008). As datas e condições de temperatura e umidade relativa do ar de cada aplicação podem ser verificadas na Tabela 1.

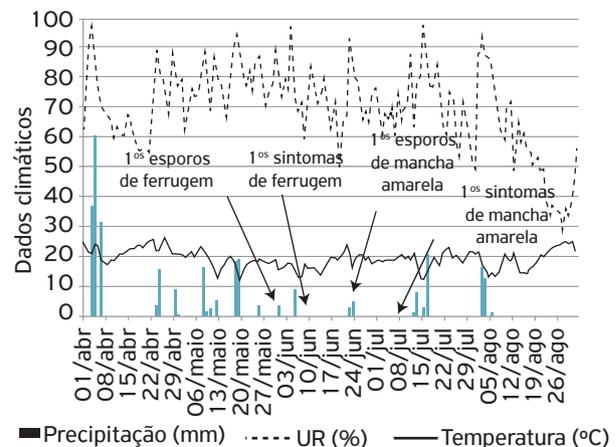
O coletor de esporos Siga mostrou-se eficaz quanto à identificação esporos de doenças de trigo antes da manifestação dos sintomas na cultura. Os primeiros esporos da ferrugem da folha do trigo (*P. triticina*) foram detectados inicialmente em 2 de junho, enquanto a manifestação sintomática sobre as plantas foi observada somente 7 dias depois. Identificou-se ainda, por meio do coletor de esporos, a presença de propágulos de *P. tritici-repentis* e *C. sativus*, porém, no final do desenvolvimento da cultura, o que pouco influenciou nos danos. Na Figura 1 são demonstradas as datas do surgimento dos primeiros esporos e sintomas da ferrugem da folha e a mancha amarela do trigo, bem como as condições meteorológicas ocorridas.

Os sistemas de previsão de doenças têm como prerrogativa fundamental identificar a possibilidade de ocorrência de uma determinada doença ou até mesmo sua epidemia antes de sua real infecção no campo. Neste sentido, podem determinar se ela ocorrerá ou não, além de auxiliar na identificação

antecipada no campo e no seu monitoramento após o seu estabelecimento na cultura. Isto possibilita o planejamento do agricultor com relação a uma eventual aplicação de fungicida. Na iminência de risco de dano econômico, os sistemas de previsão podem promover controle mais eficiente ou até mesmo propiciar a economia de aplicações em relação aos sistemas de aplicação calendarizada, resultando em menor impacto ambiental (DEL PONTE *et al.*, 2004).

Em relação aos resultados da AACPD para a ferrugem, a análise estatística demonstrou que o atraso na aplicação de fungicida propiciou aumento no nível de severidade da doença (Tabela 2), reduzindo, por conseguinte, o nível de controle.

A partir da Figura 2, nota-se que o nível de severidade da doença começa a se diferenciar de forma evidente entre os tratamentos a partir do dia 24 de junho — 15 dias após a manifestação dos primeiros sintomas da doença no campo —, apesar do baixo índice de precipitação pluviométrica neste período (Fig. 1). O desenvolvimento da doença em condições de baixa precipitação pluviométrica pode ser



UR: Umidade relativa do ar.

Fonte: Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR.

Figura 1. Dados diários de precipitação pluviométrica (mm) e temperatura (°C) relacionados à detecção dos primeiros esporos e sintomas da ferrugem da folha e mancha amarela do trigo, em Londrina (PR), na safra agrícola 2010.

Tabela 1. Datas e condições meteorológicas observadas durante as aplicações de fungicida para os três diferentes momentos de aplicação estudados para o controle da ferrugem da folha do trigo em Londrina, 2010.

Aplicação de fungicida (DAS)	1º aplicação			2º aplicação			3º aplicação		
	Data	Temperatura (°C)	UR (%)	Data	Temperatura (°C)	UR (%)	Data	Temperatura (°C)	UR (%)
0	09/jun	25,2	75	29/jun	26,1	68	19/jul	24,8	71
7	16/jun	23,7	79	05/jul	27,5	67	26/jul	25,7	75
14	23/jun	25,1	71	12/jul	22,9	70	01/ago	28,6	68

DAS: dias após a manifestação dos primeiros sintomas; UR: Umidade relativa do ar.

Tabela 2. Área abaixo da curva de progresso de doença e porcentagem de controle em relação à testemunha sem controle, em função de diferentes momentos de aplicação de fungicida para o controle da ferrugem da folha do trigo, em Londrina (PR), 2010.

Aplicação de fungicida (DAS)	AACPD	Controle (%)
0	271,1 d	86,6
7	704,9 c	65,3
14	1.414,8 b	30,3
Testemunha sem controle	2.031,5 a	-
CV (%)	10,99	

DAS: dias após os primeiros sintomas; AACPD: área abaixo da curva de progresso de doença; CV: coeficiente variável. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

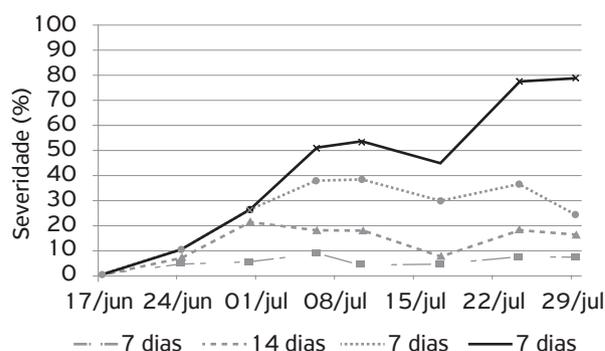
decorrente do molhamento foliar oriundo principalmente do orvalho e gutação, características peculiares da estação do ano e da cultura do trigo, respectivamente.

A diferenciação substancial do percentual de severidade da ferrugem da folha entre os tratamentos aconteceu em torno de 15 dias após a aplicação de fungicida no tratamento mais preventivo (0 dias após os sintomas — DAS). Possivelmente havia novas infecções incubadas sem manifestação de sintomas até então, iniciando-se a partir desta data um padrão agregado das lesões devido às autoinfecções (PIRES *et al.*, 2009). Este fato é presumido, pois os fungicidas sistêmicos influenciam tanto na proteção do tecido vegetal a novas infecções quanto também na redução da produção de esporos em pústulas já instaladas nas plantas (BUCK *et al.*, 2011). Este fato demonstra a necessidade da detecção antecipada da doença, uma vez que o controle ineficiente, no caso de uma aplicação tardia, somente poderá ser observado posteriormente.

No tocante aos níveis de danos proporcionados pela doença, verificados pelos índices de produtividade, nota-se que o atraso no início das aplicações de fungicidas gerou reduções significativas de produtividade. Em contrapartida, não foram observadas diferenças significativas entre os momentos de aplicação para a variável peso de mil sementes (Tabela 3).

Aplicações efetuadas ao 0 e 7 DAS proporcionaram os maiores níveis de produtividade. Este fato demonstra que a detecção inicial da doença e o seu respectivo controle por meio da aplicação de fungicida são fatores de indubitável importância para a redução das perdas. Neste sentido, a utilização de métodos preditivos, como é o caso do coletor de esporos, torna-se necessária. A aplicação atrasada em 14 dias gerou estatisticamente a mesma produtividade do que a testemunha sem controle, o que denota que a aplicação de fungicida neste momento não apresentou eficácia, apesar de resultar em menor desenvolvimento epidêmico da ferrugem em relação à testemunha sem controle, verificada pela área baixa da curva de progresso da doença.

BOLLER *et al.* (2008) afirmaram que, uma vez iniciado o desenvolvimento epidêmico da ferrugem da folha, atrasos no momento da aplicação resultam em dificuldades maiores para o seu controle. Estes autores encontraram reduções nos

**Figura 2.** Curvas de progresso da doença observadas para diferentes momentos de aplicação de fungicida para o controle da ferrugem da folha, em Londrina (PR), 2010.

índices de produtividade quando da aplicação de fungicida com 10% de severidade em relação a 1%, mesmo utilizando o dobro da dose ou intervalos menores entre as reaplicações.

Trabalhos sobre o controle químico da ferrugem da folha do trigo são encontrados na literatura e apresentam, de maneira geral, grande eficiência de controle proporcionada pelos fungicidas dos grupos dos triazóis e estrobilurinas, tanto na forma isolada quanto em mistura (DEBONA *et al.*, 2009; KUHNEM JUNIOR *et al.*, 2009; GODOY *et al.*, 2000; PICININI; FERNANDES, 2001). Tal fato dá a conotação, assim como mencionado por COOK *et al.* (1999), de que o momento de aplicação de fungicidas é um dos principais fatores do sucesso do controle químico deste patossistema.

ARDUIM (2009), estudando a sensibilidade de fungicidas (*in vitro* e *in vivo*), encontrou diferenças entre os do grupo dos triazóis (inibidores da síntese de esteróis) para algumas raças de *P. triticina*, já para o grupo das estrobilurinas (inibidores da respiração mitocondrial) não foi verificada redução na sensibilidade. Porém, sabe-se que vários outros patógenos (*Blumeria graminisi*, *Mycosphaerella fijiensis*, *Venturia inaequalis* e *Plasmopara viticola*) podem apresentar resistência às estrobilurinas, conforme verificado por GRASSO *et al.* (2006).

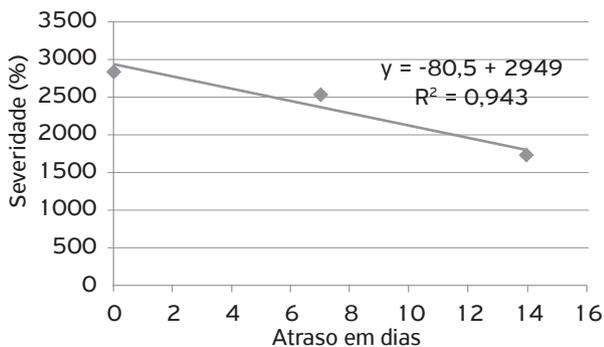
Portanto, tais fatos, investigados por ARDUIM (2009) e GRASSO *et al.* (2006), demonstram a importância da necessidade

Tabela 3. Produtividade e diferença de produtividade em relação à testemunha sem controle e peso hectolitro, em função de diferentes momentos de aplicação de fungicida para o controle da ferrugem da folha do trigo em Londrina (PR), 2010.

Aplicação de fungicida (DAS)	Produtividade (kg/ha)	Diferença de produtividade (kg/ha)	Peso hectolitro (g)
0	2.869,8 a	1.205,7	72,1 a
7	2.682,8 ab	1.018,7	72,4 a
14	1.743,3 b	79,2	69,2 a
Testemunha sem controle	1.664,1 b	–	67,8 a
CV (%)	22,95		5,84

DAS: dias após os primeiros sintomas; CV: coeficiente variável.

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

**Figura 3.** Regressão entre os índices de produtividade e o atraso em dias para a aplicação de fungicida para controle da ferrugem da folha do trigo.

da aplicação de fungicidas no momento correto em cultivares suscetíveis, ou seja, antes do início do desenvolvimento epidêmico da doença. Aplicações tardias — sob maior pressão de inóculo — aumentam as chances do desenvolvimento futuro de resistência dos fungos aos fungicidas (GUINI; KIMATI, 2002).

A influência do atraso em relação ao momento inicial de aplicação foi estimada pela regressão entre a produtividade da cultura e o número de dias de atraso nas aplicações (Fig. 3).

A estimativa demonstrou que os danos foram de 80,5 kg/ha para cada dia de atraso no início das aplicações de fungicida, número bastante superior aos encontrados por COOK *et al.* (1999) em trabalho sobre aplicações sistemáticas de fungicidas na cultura do trigo nos Estados Unidos, os quais encontram níveis próximos a 27,2 kg/ha, ocasionados por diversas doenças concomitantemente, como septória, oídio, ferrugem da folha, etc.

No Brasil, informações acerca de perdas provocadas por doenças do trigo são escassas. Porém, PICININI; FERNANDES (1994; 1995) as relataram no Rio Grande do Sul (de até 44,23%), ocasionadas por doenças fúngicas em geral, e até 80,00% pela ferrugem da folha no cultivar BR 34. Deve-se lembrar que este tipo de informação, contido em tais trabalhos, é de caráter informativo, dando ao leitor uma ideia do dano que a doença pode gerar, pois a determinação de tais níveis de perdas é dependente de diversos fatores:

susceptibilidade do cultivar, virulência da raça fisiológica do patógeno, estágio da cultura em que a doença se inicia, taxa de progresso e formas de disseminação (ROELFS *et al.*, 1992; SUBA RAO *et al.*, 1989), entre outros.

Todavia, tais resultados confirmam a importância do papel das doenças no sistema de produção do trigo como um todo quando analisamos a questão econômica. HIRAKURI (2011), em seu levantamento econômico da cultura do trigo para a região de Londrina (PR) na agrícola de 2010, baseando-se no preço médio de R\$ 28 a saca de 60 kg e em todos os custos do sistema produtivo envolvidos (insumos, serviços, administrativo e de oportunidade), considera que o ponto de equilíbrio da produção varia entre 2.850 e 2.890 kg/ha.

Assim, embora este levantamento não deixe claro o número de aplicações de fungicida utilizado no cálculo, pode-se inferir que o tratamento referente à aplicação nos primeiros sintomas (0 DAS) não apresentaria lucratividade alguma. Já o atraso nas aplicações em 14 dias representaria prejuízo de aproximadamente de R\$ 525,70 por hectare. Portanto, este dado denota claramente a importância do controle eficaz das doenças.

A lucratividade do sistema agrícola está apoiada em três pilares fundamentais: produtividade, preço de venda e custo de produção. A produtividade de uma cultura é dependente da interação de inúmeros fatores, tais como disponibilidade de água e nutrientes no solo, condições climáticas e ocorrência de pragas, plantas daninhas e doenças, etc. O preço de venda, por sua vez, varia de acordo com a da situação mercadológica mundial no momento da comercialização da safra agrícola. Já o custo de produção, condicionada à quantidade e ao preço dos insumos utilizados, pode ser amplamente alterado pelo agricultor, não resultando necessariamente em mudança nos níveis de produtividade. Neste contexto, estão inseridos os sistemas de previsão de doenças que podem gerar informações importantes para a tomada de decisão da aplicação de fungicida pelo produtor rural, gerando reflexão de maneira substancial no custo de produção da cultura.

Por fim, os resultados deste trabalho demonstram que o atraso nas aplicações de fungicida gera danos consideráveis, com perdas na ordem de 80,5 kg/ha por dia de atraso na aplicação.

REFERÊNCIAS

- ARDUIM, G.S. *Sensibilidade de raças de Puccinia triticina a fungicidas*. 2009. 91f. Tese (Doutorado em Fitopatologia). Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2009.
- 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.
- BRUNETTA, D.; DOTTO, S.R.; FRANCO, F.A.; BASSOI, M.C. *Cultivares de trigo do Paraná: rendimento, características agrônomicas e qualidade industrial*. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, Circular Técnica, 18, 1997.
- BUCK, J.W.; WISE, K.; DONG, W. Effect of postsymptom application of fungicides on urediniospore production by *Puccinia triticina* on wheat and *P. hemerocallidis* on daylily. *The American Phytopathological Society*, v.95, n.3, p.325-330, 2011.
- CARDOSO, C.A.A. *Desenvolvimento de um sistema de aviso para a brusone do trigo causada por Pyricularia grisea*, 2006. 84f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia). Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2006.
- COOK, R.J.; HIMS, M.J.; VAUGHANB, T.B. Effects of fungicide spray timing on winter wheat disease control. *Plant Pathology*, v.48, n.1, p.33-50, 1999.
- DEBONA, D.; FAVERA, D.D.; CORTE, G.D.; DOMINGUES, L.S.; BALARDIN, R.S. Controle químico da ferrugem da folha em cultivares de trigo submetidas a diferentes níveis de adubação nitrogenada. *Revista da FZVA, Uruguiana*, v.16, n.1, p.52-65, 2009.
- DEL PONTE, E.M.; FERNANDES, J.M.C.; PIEROBOM, C.R.; BERGSTROM, G.C. Giberela do trigo – aspectos epidemiológicos e modelos de previsão. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.29, p.587-605, 2004.
- EMBRAPA. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: Embrapa-CNPSo, 1999. 412p.
- 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*, São Paulo, v.77, n.3, p.497-504, 2010.
- GODOY, C.V.; OLIVEIRA, N.A.; PAIVA, S.B.; BASTOS, H.B. Eficiência do fungicida azoxistrobin no controle da ferrugem da folha e de manchas foliares do trigo. *Summa Phytopathologica*, v.26, n.1, p.258, 2000.
- GRASSO, V.; SIEROTZKI, H.; GARIBALDI A.; GISI, U. Characterization of the cytochrome *b* gene fragment of *Puccinia* species responsible for the binding site of Qol fungicides. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, v.84, n.2, p.72-82, 2006.
- GUINI, R.; KIMATI, H. *Resistência de fungos a fungicidas*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2002. 78p.
- HIRAKURI, M.H. *Avaliação econômica da produção de trigo no Estado do Paraná, para a safra 2011*. Londrina: Embrapa Soja, 2011.
- 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.
- KUHNEM JUNIOR, P.R.; CASA, R.T.; RIZZI, F.P.; MOREIRA, E.N.; BOGO, A. Desempenho de fungicidas no controle de doenças foliares em trigo. *Revista de Ciências Agroveterinárias*. Lages, v.8, n.1, p.35-42, 2009.
- PICININI, E.C.; FERNANDES, J.M. Controle da ferrugem da folha e da mancha bronzeada da folha de trigo pelo uso de fungicidas em tratamento de sementes. *Fitopatologia Brasileira*, v.26, n.1, p.100, 2001.
- PICININI, E.C.; FERNANDES, J.M.C. Efeito da ferrugem da folha (*Puccinia recondita f. sp. tritici*) sobre o rendimento de grãos da cultivar de trigo BR 34 tratada com fungicidas. *Fitopatologia Brasileira*, v.19, p.286, 1994.
- PICININI, E.C.; FERNANDES, J.M.C. Efeito de diferentes fungicidas sobre o rendimento de grãos, sobre o peso do hectolitro e sobre o controle da ferrugem da folha (*Puccinia recondita f. sp. tritici*), em trigo, cultivar BR 34. *Fitopatologia Brasileira*, v.20, p.319, 1995.
- PIRES, P.C.; FERNANDES, J.M.C.; NICOLAU, M. Modelagem do progresso temporal e do padrão espacial de lesões de ferrugem da folha em trigo. *Tropical Plant Pathology*, v.34, n.2, p.97-107, 2009.
- RAMOS, H.H.; PIO, L.C. Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. In: Zambolim, L.; Conceição, M.Z.; Santiago, T. *O que engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários*. Viçosa: UFV, 2008. p.133-200.
- ROELFS, A.P.; SINGH, R.P.; SAARI, E.E. *Rust diseases of wheat: concepts and methods of disease management*. Mexico: CIMMYT, 1992. 81p.
- SHAH, D.A.; BERGSTROM, G.C. A rainfall-based model for predicting the regional incidence of wheat seed infection by *Stagonospora nodorum* in New York. *Phytopathology*, v.92, n.5., p.511-518, 2002.
- SUBBA RAO, K.V.; SNOW, J.P.; BERGGREN, G.T. Effect of growth stage and initial inoculum level on leaf rust development and yield loss caused by *Puccinia recondita f. sp. tritici*. *Journal of Phytopathology*, v.127, n.3, p.200-210, 1989.
- YANG, X.B. Framework development in plant disease risk assessment and its application. *European Journal of Plant Pathology*, v.115, p.25-34, 2006.