

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA - MESTRADO**

HELLEN APARECIDA ARANTES DOS SANTOS

**EFEITO DE FOSFITO NO CONTROLE DE DOENÇAS FOLIARES DE TRIGO *IN*
VITRO E *IN SITO***

PONTA GROSSA

2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA - MESTRADO

HELLEN APARECIDA ARANTES DOS SANTOS

Efeito de fosfito no controle de doenças foliares de trigo *in vitro* e *in situ*

PONTA GROSSA

2008

Ficha Catalográfica Elaborada pelo Setor de Processos Técnicos BICEN/UEPG

S237e Santos, Hellen Aparecida Arantes dos
Efeito de fosfito no controle de doenças foliares de trigo *in vitro* e *in sito* / Hellen Aparecida Arantes dos Santos. Ponta Grossa, 2008.
143f.
Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de Concentração em Agricultura) Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientadora: Profa. Dra. Maristella Dalla Pria.
Co-orientadora : Profa. Dra. Louise Larissa May De Mio.

1. Fosfitos. 2. Fungos biotróficos. 3. Fungos necrotróficos.
4. *Triticum aestivum*. I. .Dalla Pria, Maristella. II. May De Mio, Louise Larissa. III. T.

CDD: 632.3

HELLEN APARECIDA ARANTES DOS SANTOS

Efeito de fosfito no controle de doenças foliares de trigo *in vitro* e *in situ*

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Ponta Grossa para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração em Agricultura.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Maristella Dalla Pria
Co-Orientadora: Prof^ª. Dra. Louise Larissa May De Mio.

PONTA GROSSA - PR

2008

DEDICO:

À minha mãe e meu pai (*in memoriam*)

À todos os meus familiares e amigos,

À todos os professores e orientadores,

Aos meus colegas do curso.

Por todo estímulo, apoio, compreensão e coleguismo dedicado....

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me conceder capacidade, entendimento e sabedoria para chegar ao final dessa caminhada.

À Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela oportunidade.

À professora e orientadora Dra. Maristella Dalla Pria, pela dedicação, paciência e por acreditar no meu trabalho.

À professora e co-orientadora Dra. Louise Larissa May De Mio, pelas sugestões.

À minha família pelo apoio e compreensão, em especial ao apoio da minha mãe Rosi Arantes.

À Fundação ABC, a Produquímica e a Plant Defender pela Bolsa e apoio financeiro concedido, e por acreditarem no meu trabalho. Em especial à Fundação ABC, por ter concedido, além do apoio financeiro, apoio técnico e humano, para realização dos experimentos nos campos experimentais da instituição. Além do grande apoio do Engº. Agrº. Msc. Olavo Corrêa da Silva, coordenador de pesquisa do setor de Defesa Vegetal, e do gerente geral Sr. Eltje Jan Lonan Filho.

Àos funcionários da Fundação ABC, que participaram diretamente ou indiretamente da concretização deste trabalho, em especial a equipe da Defesa Vegetal.

Àos colegas e professores do curso de Mestrado em Agronomia da UEPG, em especial a colega Eliana Cüellar Fernandes e ao professor Dr. Jeferson Zagonel, pelo apoio.

Aos colegas, pelo apoio, em especial a Lígia S. Kowata e Silvana de Souza.

“Deus nos fez perfeitos e não escolhe os capacitados, capacita os escolhidos. Fazer ou não fazer algo só depende da nossa vontade e perseverança.”

Albert Einstein

RESUMO

O desenvolvimento e o rendimento de grãos da cultura do trigo são influenciados por diversos fatores, entre os quais se encontram a interferência causada por patógenos presentes nas lavouras. Atualmente, a principal ferramenta de controle destes patógenos nas lavouras é o uso de constantes aplicações de fungicidas. Contudo, essa prática vem ocasionando resistência destes patógenos aos grupos de fungicidas utilizados, bem como favorecendo a expressão do caráter mutagênico destas populações. Na tentativa de disponibilizar mais uma ferramenta de controle às doenças do trigo ao agricultor, este trabalho objetivou: a) avaliar o efeito de épocas de aplicação e de fontes de fosfito e acibenzolar-S-metil isolados e combinados com o fungicida epoxiconazole + piraclostrobina no controle do oídio (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) e da ferrugem da folha (*Puccinia triticina*); b) avaliar o efeito de diferentes doses, fontes de fosfito e acibenzolar-S-metil isolados e associados ao fungicida epoxiconazole + piraclostrobina no controle das manchas marrom (*Bipolaris sorokiniana*) e mancha amarela (*Drechslera tritici-repentis*); c) e efeito *in vitro* de diferentes concentrações de fosfito e epoxiconazole + piraclostrobina sobre o crescimento micelial e a germinação de conídios de *Bipolaris sorokiniana*. Sobre o controle de oídio e ferrugem pode-se constatar que os fosfitos não possuem efeito sobre estes patógenos e não alteram a produtividade. Concluiu-se ainda que não existe diferença entre as diferentes fontes de fosfitos no controle de oídio e ferrugem da folha, que ocorre efeito sobre o oídio e a ferrugem da folha apenas quando o fosfito é aplicado associado ao fungicida. Sobre o controle das manchas amarela e marrom conclui-se que a dose de 1048 g i.a. ha⁻¹ de fosfito potássico reduz a severidade das manchas foliares, podendo ser utilizado como uma ferramenta no manejo das manchas foliares. Nos testes *in vitro* conclui-se que os fosfitos possuem ação direta sobre *Bipolaris sorokiniana*.

Palavras-chave: Fosfitos, fungos biotróficos, fungos necrotróficos, *Triticum aestivum*.

ABSTRACT

The development and grain yield of the crop of wheat are influenced by several factors, among which is the interference caused by pathogens present in crops. Currently, the main tool for controlling these pathogens in crops is the use of constant application of fungicides. However, this practice is causing pathogens resistant to these groups of fungicides used, as well as encouraging the expression of the mutagenic character of these populations. In an attempt to provide more tools to control the diseases of wheat to the farmer, this study aimed to: a) assess the effect of timing of implementation and sources of phosphite and acibenzolar-S-methyl alone and combined with the fungicide pyraclostrobin + epoxiconazole in control the powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) and the leaf rust (*Puccinia triticina*), b) assess the effect of different rates, sources of phosphite and acibenzolar-S-methyl isolated and associated to the fungicide pyraclostrobin + epoxiconazole in control of the spots brown (*Bipolaris sorokiniana*) and yellow (*Drechslera tritici-repentis*); c) and *in vitro* effect of different concentrations of phosphite and pyraclostrobin + epoxiconazole on the mycelial growth and germination of conidia of *Bipolaris sorokiniana*. About the control of powdery mildew and rust can be concluded that the phosphites have no effect on these pathogens and do not change their productivity. It is also clear that there is no difference between the different sources of phosphites to control the powdery mildew and leaf rust, which occurs on powdery mildew and leaf rust's only when the phosphite associated with the fungicide is applied. About the control of yellow and brown stains concluded that the dose of 1048 g i.a. ha⁻¹ potassium phosphite reduces the severity of leaf spots and can be used as a tool in the management of leaf spots. In *in vitro* tests concluded that the phosphites have direct action on *Bipolaris sorokiniana*.

Keywords: Phosphites, biotrophic fungi, necrotic fungi, *Triticum aestivum*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 -Crescimento micelial de *Bipolaris sorokiniana* durante seis dias de avaliação sob efeito das diferentes concentrações de (A) fosfito A; (B) fosfito B e (C) fungicida. Laboratório da Fundação ABC, Castro – PR – Safra 2007..... 90
- Figura 2-Severidade de manchas foliares (*Bipolaris sorokiniana* e *Drechslera tritici-repentis*) em folha bandeira e na planta inteira sob o efeito das doses de fosfito. A) final do florescimento. B) início da formação de grão leitoso. C) final da formação de grão leitoso. D) área abaixo da curva de progresso das manchas foliares, na cultura do trigo, cultivar Supera. Castro – PR - Safra 2007..... 98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tratamentos utilizados para controle de oídio (<i>Blumeria graminis</i> f. sp. <i>tritici</i>), ingrediente ativo (i.a.), época de aplicação, classe do produto, dose utilizados na cultura do trigo (<i>Triticum aestivum</i>), cultivar BRS 208. Arapoti - PR – Safra 2007.....	46
Tabela 2 – Tratamentos utilizados para controle de oídio (<i>Blumeria graminis</i> f. sp. <i>tritici</i>) e da ferrugem da folha do trigo (<i>Puccinia triticina</i>), produto comercial, ingrediente ativo (i.a.), classe do produto, e doses dos produtos, na cultura do trigo (<i>Triticum aestivum</i>), cultivar Avante. Palmeira - PR - Safra 2006.....	49
Tabela 3 – Tratamentos utilizados para controle da ferrugem da folha de trigo (<i>Puccinia triticina</i>), época de aplicação, ingrediente ativo (i.a.), classe do produto, dose em g i.a. L ⁻¹ e em p.c. ha ⁻¹ , na cultura do trigo (<i>Triticum aestivum</i>), cultivar Supera. Tibagi - PR – Safra 2007.....	52
Tabela 4 – Severidade de oídio (<i>Blumeria graminis</i> f. sp. <i>tritici</i>) observada durante o florescimento, sob efeito das épocas de aplicação de fosfito e acibenzolar-S-metil isolados ou associados ao fungicida epoxiconazole + piraclostrobina na cultura do trigo (<i>Triticum aestivum</i>), cultivar BRS 208. Arapoti – PR - Safra 2007.....	54
Tabela 5 – Área abaixo da curva de progresso (AACP) do oídio (<i>Blumeria graminis</i> f. sp. <i>tritici</i>), em folha bandeira, em planta inteira, sob efeito das épocas de aplicação de fosfito e acibenzolar-S-metil isolados ou associados ao fungicida epoxiconazole + piraclostrobina na cultura do trigo na cultura do trigo (<i>Triticum aestivum</i>), cultivar BRS 208. Arapoti – PR – Safra 2007.....	56
Tabela 6 – Efeito das épocas de aplicação de fosfito e acibenzolar-S-metil isolados e associados ao fungicida epoxiconazole + piraclostrobina sobre o número total de plantas em um metro (NTP), número de perfilhos por planta (NPEP), altura média de planta (AMP), altura média de espiga (AME), número de espiguetas por espiga (NEG), número de grãos por espiga (NGEG), número de grãos por espiguetas (NGET), número de espigas por metro (ESM), peso hectolitro (PH) e rendimento (REN), na cultura do trigo (<i>Triticum aestivum</i>), cultivar BRS 208. Arapoti – PR – Safra 2007.....	58
Tabela 7 – Área abaixo da curva de progresso da ferrugem (<i>Puccinia triticina</i>) e do oídio (<i>Blumeria graminis</i> f. sp. <i>tritici</i>), em folha bandeira e em planta inteira, sob efeito de fontes de fosfitos e acibenzolar-S-metil isolados e associados ao epoxiconazole + piraclostrobina na cultura do trigo (<i>Triticum aestivum</i>), cultivar Avante. Palmeira – PR – Safra 2006.....	60

Tabela 8 –Teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e manganês (Mn) presentes na folha bandeira no período de formação de grãos, sob efeito de fontes de fosfito e acibenzolar-S-metil isolados e associados ao epoxiconazole + piraclostrobina na cultura do trigo (<i>Triticum aestivum</i>), cultivar Avante. Palmeira – PR - Safra 2006.....	61
Tabela 9 – Peso hectolitro (PH), peso de mil sementes (PMS), rendimento (REN) e índice de área foliar (IAF), obtidos após aplicação de fontes de fosfitos e acibenzolar-S-metil isolados e associados ao epoxiconazole + piraclostrobina na cultura do trigo (<i>Triticum aestivum</i>), cultivar Avante. Palmeira – PR – Safra 2006.....	63
Tabela 10 –Severidade (%) de ferrugem da folha (<i>Puccinia triticina</i>) ocorrida no início do florescimento, grão leitoso inicial e final, sob o efeito de fosfito isolado e associado ao epoxiconazole + piraclostrobina em diferentes épocas de aplicação na cultura do trigo (<i>Triticum aestivum</i>), cultivar Supera. Tibagi – PR – Safra 2007.....	64
Tabela 11 –Área abaixo da curva de progresso (AACP) da ferrugem da folha (<i>Puccinia triticina</i>) em folha bandeira, em planta inteira, sob o efeito de fosfito isolado e associado ao epoxiconazole + piraclostrobina em diferentes épocas de aplicação na cultura do trigo (<i>Triticum aestivum</i>), cultivar Supera. Tibagi – PR – Safra 2007.....	66
Tabela 12–Número total de plantas em um metro (NTP), número de perfilhos por planta (NPEP), altura média de planta (AMP), altura média de espiga (AME), número de espiguetas por espiga (NEG), número de grãos por espiga (NGEG), número de grãos por espiguetas (NGET), número de espigas por metro (ESM), peso hectolitro (PH), rendimento (REN) sob o efeito de fosfitos associados e isolados à fungicidas em diferentes épocas de aplicação no controle da ferrugem da folha na cultura do trigo (<i>Triticum aestivum</i>), Cultivar Supera. Tibagi – PR – Safra 2007.....	68
Tabela 13-Tratamentos utilizados para controle da mancha amarela (<i>Drechslera tritici-repentis</i>) e da mancha marrom (<i>Bipolaris sorokiniana</i>), ingrediente ativo (i.a.), classe do produto, e doses dos produtos utilizados na cultura do trigo (<i>Triticum aestivum</i>), cultivar Avante. Palmeira – PR – Safra 2006.....	84
Tabela 14-Descrição dos produtos utilizados no experimento, marca comercial, ingrediente ativo (i.a.), classe do produto, grupo químico, formulação e concentração de i.a. (g L ⁻¹), na cultura do trigo (<i>Triticum aestivum</i>), cultivar Supera. Castro – PR - Safra 2007.....	87

Tabela 15–Diâmetro do crescimento micelial no sexto dia de avaliação de <i>Bipolaris sorokiniana</i> sob efeito dos diferentes produtos e das concentrações. Laboratório da Fundação ABC, Castro-PR- 2007	88
Tabela 16–Inibição (%) e concentração mínima inibitória (CMI) do crescimento micelial de <i>Bipolaris sorokiniana</i> , sob efeito dos fosfitos e fungicida. Laboratório Fundação ABC, Castro–PR-2007.....	89
Tabela 17–Efeito dos diferentes produtos e das concentrações sobre a germinação (%) de conídios de <i>Bipolaris sorokiniana</i> . Laboratório da Fundação ABC, Castro – PR – 2007.....	91
Tabela 18–Área abaixo da curva de progresso das manchas foliares (AACP), em folha bandeira e em planta inteira, sob efeito das fontes de fosfito, acibenzolar-S-metil e epoxiconazole + piraclostrobina, na cultura do trigo (<i>Triticum aestivum</i>), cultivar Avante. Palmeira – PR - Safra 2006.....	93
Tabela 19–Severidade das manchas foliares a partir do período reprodutivo, (início do florescimento, grão leitoso inicial e grão leitoso final) sob efeito das diferentes marcas comerciais de fosfito, acibenzolar-S-metil e epoxiconazole + piraclostrobina na cultura do trigo (<i>Triticum aestivum</i>), cultivar Avante. Palmeira – PR - Safra 2006.....	96
Tabela 20 –Índice de área foliar (IAF), teor foliar de potássio (K) e teor foliar de fósforo (P), sob efeito das doses de fosfito e do número de aplicação de fungicida na cultura do trigo (<i>Triticum aestivum</i>), cultivar Supera. Castro – PR – Safra 2007.....	101
Tabela 21–Número total de plantas em um metro (NTP), número de perfilhos por planta (NPEP), altura média de planta (AMP), altura média de espiga (AME), número de espiguetas por espiga (NEG), número de grãos por espiga (NGEG), número de grãos por espiguetas (NGET), número de espigas por metro (ESM), peso hectolitro (PH), peso de mil sementes (PMS) e rendimento (REN), sob efeito das doses de fosfito e do numero de aplicação de fungicida na cultura do trigo (<i>Triticum aestivum</i>), cultivar Supera. Castro – PR – Safra 2007.....	103

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 CULTURA DO TRIGO.....	13
2.2 FERRUGEM DA FOLHA	14
2.2.1 Etiologia.....	15
2.2.2 Sintomatologia.....	16
2.2.3 Epidemiologia.....	17
2.2.4 Controle.....	18
2.3 OÍDIO.....	19
2.3.1 Etiologia.....	19
2.3.2 Sintomatologia.....	20
2.3.3 Epidemiologia.....	20
2.3.4 Controle.....	21
2.4 MANCHA MARROM.....	22
2.4.1 Etiologia.....	23
2.4.2 Sintomatologia.....	24
2.4.3 Epidemiologia.....	25
2.5 MANCHA AMARELA.....	26
2.5.1 Etiologia.....	26
2.5.2 Sintomatologia.....	28
2.5.3 Epidemiologia.....	28
2.6 CONTROLE DAS MANCHAS FOLIARES.....	29
2.7 INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA.....	31
2.7.1 Fosfito.....	32
2.7.1.1 Ação.....	33
2.7.1.2 Uso.....	34
CAPÍTULO I	37
AÇÃO DE FOSFITOS SOBRE PATÓGENOS BIOTRÓFICOS NA CULTURA DO TRIGO	37
RESUMO	37
ABSTRACT	38
1 INTRODUÇÃO	39

2 MATERIAIS E MÉTODOS	41
2.1 INSTALAÇÃO DA CULTURA.....	41
2.2 ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE FOSFITO E ACIBENZOLAR-S-METIL ISOLADOS E ASSOCIADOS AO FUNGICIDA EPOXICONAZOLE + PIRACLOSTROBINA NO CONTROLE DE OÍDIO.....	43
2.3 FONTES DE FOSFITO E ACIBENZOLAR-S-METIL ISOLADOS E ASSOCIADOS AO EPOXICONAZOLE + PIRACLOSTROBINA NO CONTROLE DE OÍDIO E FERRUGEM DA FOLHA	47
2.4 EFEITO DE FOSFITO ISOLADO E ASSOCIADO À EPOXICONAZOLE + PIRACLOSTROBINA EM DIFERENTES ÉPOCAS DE APLICAÇÃO NO CONTROLE DA FERRUGEM DA FOLHA.....	50
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
3.1 ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE FOSFITO E ACIBENZOLAR-S-METIL ISOLADOS E ASSOCIADOS AO FUNGICIDA EPOXICONAZOLE + PIRACLOSTROBINA NO CONTROLE DE OÍDIO.....	53
3.2 FONTES DE FOSFITO E ACIBENZOLAR-S-METIL ISOLADOS E ASSOCIADOS AO EPOXICONAZOLE + PIRACLOSTROBINA NO CONTROLE DE OÍDIO E FERRUGEM DA FOLHA	59
3.3 EFEITO DE FOSFITO ISOLADO E ASSOCIADO AO EPOXICONAZOLE + PIRACLOSTROBINA EM DIFERENTES ÉPOCAS DE APLICAÇÃO NO CONTROLE DA FERRUGEM DA FOLHA.....	63
4 CONCLUSÃO	69
4.1 ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE FOSFITO E ACIBENZOLAR-S-METIL ISOLADOS E ASSOCIADOS AO FUNGICIDA EPOXICONAZOLE + PIRACLOSTROBINA NO CONTROLE DE OÍDIO.....	69
4.2 FONTES DE FOSFITO E ACIBENZOLAR-S-METIL ISOLADOS E ASSOCIADOS AO EPOXICONAZOLE + PIRACLOSTROBINA NO CONTROLE DE OÍDIO E FERRUGEM DA FOLHA	69
4.3 EFEITO DE FOSFITO ISOLADO E ASSOCIADO AO EPOXICONAZOLE + PIRACLOSTROBINA EM DIFERENTES ÉPOCAS DE APLICAÇÃO NO CONTROLE DA FERRUGEM DA FOLHA.....	70
CAPÍTULO II	71
AÇÃO DE FOSFITOS SOBRE PATÓGENOS NECROTRÓFICOS NA CULTURA DO TRIGO	71
RESUMO	71
ABSTRACT	72

1 INTRODUÇÃO	73
2 MATERIAIS E MÉTODOS	75
2.1 EFEITO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE FOSFITOS E FUNGICIDAS NO CRESCIMENTO MICELIAL E GERMINAÇÃO DE CONÍDIOS DE <i>Bipolaris sorokiniana</i>	75
2.2 INSTALAÇÃO DA CULTURA DOS EXPERIMENTOS 2.3 E 2.4	79
2.3 FONTES DE FOSFITOS E ACIBENZOLAR-S-METIL ISOLADOS E ASSOCIADOS AO EPOXICONAZOLE + PIRACLOSTROBINA NO COMPLEXO DE DOENÇAS DO TRIGO.....	81
2.4 EFEITO DE DIFERENTES DOSES DE FOSFITO E NÚMERO DE APLICAÇÕES DE FUNGICIDA NO COMPLEXO DE DOENÇAS DO TRIGO.....	85
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	87
3.1 EFEITO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE FOSFITOS E FUNGICIDAS NO CRESCIMENTO MICELIAL E GERMINAÇÃO DE CONÍDIOS DE <i>Bipolaris sorokiniana</i>	87
3.2 FONTES DE FOSFITOS E ACIBENZOLAR-S-METIL ISOLADOS E ASSOCIADOS AO EPOXICONAZOLE + PIRACLOSTROBINA NO COMPLEXO DE DOENÇAS DO TRIGO.....	92
3.3 EFEITO DE DIFERENTES DOSES DE FOSFITO E NÚMERO DE APLICAÇÕES DE FUNGICIDA NO CONTROLE DAS MANCHAS FOLIARES DO TRIGO.....	97
4 CONCLUSÃO	104
4.1 EFEITO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE FOSFITOS E FUNGICIDAS NO CRESCIMENTO MICELIAL E GERMINAÇÃO DE CONÍDIOS DE <i>Bipolaris sorokiniana</i>	104
4.2 FONTES DE FOSFITOS E ACIBENZOLAR-S-METIL ISOLADOS E ASSOCIADOS AO EPOXICONAZOLE + PIRACLOSTROBINA NO COMPLEXO DE DOENÇAS DO TRIGO.....	104
4.3 EFEITO DE DIFERENTES DOSES DE FOSFITO E NÚMERO DE APLICAÇÕES DE FUNGICIDA NO CONTROLE DAS MANCHAS FOLIARES DO TRIGO.....	104
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105
ANEXOS	119

1 INTRODUÇÃO GERAL

No cultivo de trigo além de fatores climáticos, outros fatores como as doenças, pragas e plantas daninhas afetam a produção do trigo, e em alguns casos, ocasionam perda total da produção.

Dentre os patógenos, os fungos são os mais numerosos, podendo ocorrer em raízes, hastes, folhas e nas espigas das plantas de trigo. Entre estes, destacam-se os patógenos biotróficos que causam doenças de parte aérea como a ferrugem da folha (*Puccinia triticina* (Erikss.)) e o oídio (*Blumeria graminis* (DC) Speer f. sp. *tritici* (E. Marchal)) e os patógenos necrotróficos como os agentes causais das manchas foliares (*Bipolaris sorokiniana* (Sacc. in Sorok.) Shoem., *Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoem. e *Septoria nodorum* (Berk.)) (PRATES; FERNANDES, 2001). As perdas na cultura do trigo causadas pelas doenças são relativamente elevadas. Picinini e Fernandes (1995), em 12 anos de experimentação com a cultura do trigo registraram uma perda anual média de 44,6%, equivalendo a 1.152 kg de grãos por hectare.

Várias são as práticas utilizadas para reduzir as perdas causadas pelas doenças, dentre elas estão rotação de cultura, eliminação de plantas voluntárias e hospedeiros secundários, uso de sementes sadias, uso de cultivares resistentes, tratamento de sementes e aplicação de fungicidas (BARROS; CASTRO; PATRÍCIO, 2006; REIS; CASA, 2007).

O uso do controle químico é uma prática comumente utilizada e deve ser realizado monitoramento na lavoura para decidir o momento correto da aplicação de fungicidas, pois estes produtos possuem persistência no ambiente, são nocivos ao homem e a fauna local. Tentando evitar estes inconvenientes recomenda-se a

utilização de cultivares resistentes e de produtos alternativos que possam controlar as doenças causando o mínimo de prejuízos ao meio ambiente. Neste contexto o uso de indução de resistência pode vir a ser uma ferramenta de apoio, como o uso dos fosfitos (ANTONIAZZI, 2005; WORDELL FILHO; MARTINS; STADNIK, 2007).

Os fosfitos são fertilizantes foliares derivados do ácido fosforoso, por apresentarem um oxigênio a menos que os fosfatos são absorvidos pelas plantas mais rapidamente, sendo translocados pelo floema e xilema (MCDONALD; GRANT; PLAXTON, 2001; GUEST; GRANT, 1991). Na literatura é relatada sua eficiência no controle de *Phytophthora* spp., *Phytium* sp. e míldios (REUVENI, 1997; VAWDREY, 2004 apud NEGRI, 2007). A ação do fosfito pode ser demonstrada de duas maneiras, pela ação direta sobre o patógeno, que ocorre como efeito tóxico quando este está em alta concentração na planta, ou pela ação indireta sobre o patógeno, elicitando a produção de fitoalexinas pela planta. As principais vantagens apresentadas pelo uso dos fosfitos são: a rápida absorção do produto pelas plantas, assimilação total diferentemente dos fosfatos, exigência de menos energia da planta, excelente complexante favorecendo a absorção de Ca, B, Zn, Mn, Mo, K e outros elementos, controle e prevenção de doenças fúngicas (VITTI et al., 2005), além da possibilidade de atuarem como ativadores de resistência das plantas, através do estímulo da produção de algumas fitoalexinas (GUEST; GRANT, 1991).

No Brasil diversos trabalhos relatam a eficiência do uso dos fosfitos isolados ou associados a outros produtos, sobre uma série de patógenos, como o controle de míldio da videira (*Plasmopora viticola* (Berk. & Curt)) (DALBÓ; SCHUCK, 2003), controle de míldio em cebola (*Peronospora destructor* (Berk.)) (WORDELL FILHO; MARTINS; STADNIK, 2007), dentre outros. No entanto, a maioria dos trabalhos que relatam sua eficiência é realizada com patógenos causadores de podridões ou

causadores de míldio em hortaliças ou em culturas perenes. Dessa maneira neste trabalho objetivou-se estudar épocas de aplicação, fontes de fosfitos sobre os patógenos biotróficos e fontes e doses de fosfitos sobre patógenos necrotróficos sobre a cultura do trigo e concentrações de fosfitos *in vitro* sobre *Bipolaris sorokiniana*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CULTURA DO TRIGO

O cultivo do trigo (*Triticum aestivum* L. Thell.) iniciou em lavouras primitivas do Sudeste da Ásia entre 7000 a 9000 A.C. (BRAMMER, 2000; MORAES-FERNANDES et al., 2000). Neste período ocorreu uma seleção natural com plantas silvestres que existiam nas proximidades do rio Tigre e Eufrates, a qual deu origem a uma gramínea ancestral do trigo que conhecemos atualmente. O trigo pertence à família Poaceae, gênero *Triticum*, as espécies são várias, dentre as quais a mais cultivada no mundo é a espécie *Triticum aestivum* (L.).

No cultivo de trigo, diversos são os fatores que podem limitar a produção, tais como ocorrência de pragas, doenças e estresses hídricos, térmicos, dentre outros. Dentre eles, um fator muito importante é a disponibilidade de água para desenvolvimento da planta. De acordo com Slatyer (1969) existem três períodos críticos de estresse hídrico em trigo: iniciação floral até o desenvolvimento da inflorescência, antese, fertilização e formação dos grãos. Por outro lado, Day e Intalap (1970) atribuíram como período crítico o alongamento. Fischer (1973) atribuiu a ocorrência de maiores reduções no rendimento de grãos, quando verificada deficiência hídrica no período de desenvolvimento da planta compreendido entre 15 e 5 dias antes e após o espigamento.

Vários são os distúrbios fisiológicos desencadeados por estresse na cultura do trigo. O estresse hídrico e altas temperaturas interferem negativamente na duração da área foliar, sendo que a cultura do trigo é altamente sensível a duração da área foliar. Em trabalhos sobre deficiência hídrica em trigo, Rodrigues et al.

(1998) observaram que a lâmina de área foliar verde foi reduzida significativamente pela deficiência hídrica, independentemente do estágio em que foi imposta, e foi proporcional à intensidade de desidratação. Os estágios de folha bandeira e antese foram os estágios em que a área foliar verde foi mais afetada pela deficiência hídrica.

Já os fatores bióticos, estão relacionados com a presença de patógenos, como os fungos, vírus, bactérias e nematóides. Dentre os patógenos, os fungos, são os que causam os maiores danos à cultura de trigo (REIS; CASA, 2007).

Estes patógenos podem afetar todos os órgãos da planta. O grupo de patógenos que afeta a parte aérea é responsável pelos maiores prejuízos na cultura do trigo. Dentre as doenças que incidem na parte aérea, as ferrugens, o oídio, as manchas foliares e as doenças de espiga podem causar prejuízos consideráveis, especialmente sob condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento de epidemias. Os prejuízos são agravados quando várias doenças incidem simultaneamente na lavoura. Dados sobre danos causados por doenças na cultura do trigo são bastante variáveis, especialmente porque diversos fatores interferem no seu estabelecimento e desenvolvimento, tais como as condições ambientais, a maior ou menor suscetibilidade das cultivares, a agressividade dos patógenos, a época do início da infecção, entre outros (BARROS, 1985; HETZLER et al., 1991; MEHTA, 1993).

2.2 FERRUGEM DA FOLHA DO TRIGO

A ferrugem da folha, causada por *Puccinia triticina* (Erikss), é uma das

principais doenças foliares que afetam a cultura do trigo. Epidemias severas deste patógeno podem ocasionar grandes perdas no rendimento e na qualidade de grãos. Picinini e Fernandes (1995) relatam que podem ocorrer perdas significativas de 80%, quando a cultivar é suscetível, como o caso da cultivar BR 34, que foi avaliada nas safras 94/95 na região de Passo Fundo/RS.

As epidemias nas lavouras de trigo têm sido uma das causas da frustração na produtividade, contribuindo para a redução da área cultivada, instabilidade das colheitas e aumento da evasão de divisas, devido à necessidade de importação do produto. Investimentos no melhoramento genético têm sido uma das mais importantes estratégias para aumentar e estabilizar a produtividade (ALMEIDA, 2006).

No Brasil, os prejuízos ocasionados pela ferrugem da folha ocorrem anualmente. Normalmente, entre uma a três “novas” raças de *P. triticina* são identificadas a cada ano (BARCELOS; MORAES FERNANDES; ROELFS, 1997).

2.2.1 Etiologia

O agente causal da ferrugem da folha do trigo pertence à subdivisão Basidiomycotina, classe Teliomycetes, ordem Uredinales, família *Pucciniaceae*, gênero *Puccinia* (AGRIOS, 2005). Chester (1946) relatou o primeiro estudo detalhado sobre a ferrugem do trigo, embora ainda não se distinguisse ferrugem da folha do trigo de ferrugem do colmo. Em 1956, o fungo causador da ferrugem da folha do trigo foi designado como *Puccinia recondita* f. sp. *triticina*, por Cummins e Caldwell, sendo amplamente utilizado desde então (SAMBORSKI, 1985). No entanto, o estudo de caracteres morfológicos realizado por Savile (1984) e de

estudos genéticos por Anikster et al. (1997) declararam que *P. recondita* era o agente causal da ferrugem da folha do centeio, e que *Puccinia triticina* (Erikss) era o patógeno da ferrugem da folha do trigo.

O fungo *P. triticina* é macrocíclico, apresentando ciclo sexual e assexual, nos quais são produzidos cinco tipos de esporos distintos morfológica e funcionalmente: uredósporos (únicos produzidos no ciclo assexual do patógeno e, no Brasil, únicos esporos infectivos ao trigo); teliósporos (estruturas de resistência, porém não funcionais no Brasil devido às condições ambientais e ausência de hospedeiros secundários); basidiósporos (formados no promicélio do teliósporo); picniósporos e aeciósporos (formados no hospedeiro secundário, entretanto, os aeciósporos só são infectivos ao trigo, completando o ciclo da ferrugem) (REIS, 1991; WIESE, 1998).

Os uredósporos produzidos pelo fungo apresentam diâmetro de 15 a 30 µm, são subglobóides, pardo vermelhos, com três a oito poros germinativos distribuídos em suas espessas paredes equinuladas. Os teliósporos são arredondados ou achatados em seus ápices (REIS; CASA; FORCELINI, 1997).

O agente causal da ferrugem da folha é heteróico porque requer dois hospedeiros botanicamente distintos para completar o ciclo biológico. O trigo é o hospedeiro principal e onde ocorre a fase assexual, a fase sexual ocorre em hospedeiros intermediários ou alternativos (REIS, 1991), *Thalictrum* spp., *Isopyrum fumarioides* (na Sibéria), *Anchusa* spp. (em Portugal), *Clematis* spp. (na Itália e no Leste soviético) (SAMBORSKI, 1985). Nenhuma destas espécies ocorrem no Brasil.

2.2.2 Sintomatologia

A ferrugem da folha do trigo manifesta-se por meio de pústulas desde o

surgimento das primeiras folhas até a maturação da planta. Inicialmente, nas pústulas surgem pequenas urédias, arredondadas, amarelo-alaranjadas, dispostas sem ordenação, localizadas preferencialmente na face superior das folhas, estendendo-se às bainhas. Das urédias formam-se os uredósporos. A estas pústulas, com cerca de 1,5 mm de diâmetro, sucedem as pústulas teliais, pretas e ovais, as quais produzem os teliósporos.

2.2.3 Epidemiologia

O patógeno sobrevive sobre restos culturais como teliósporos e em plantas voluntárias sob a forma de uredósporos nas mesmas condições de ambiente favoráveis ao desenvolvimento do trigo. A disseminação dos teliósporos ocorre através da ação do vento, animais ou seres humanos, sendo dispersos por distâncias consideráveis, podendo ser muito rápida sob temperaturas entre 10 e 30°C (ROELFS; SINGH; SARRI, 1992; SINGH; HUERTA-ESPINO; ROELFS, 2002).

O fungo pode infectar a planta de trigo, com períodos de orvalho de três horas ou menos, com temperaturas ao redor de 20°C. No entanto, quando ocorrem temperaturas abaixo dos 20°C, são necessários períodos maiores que três horas de orvalho para ocorrer infecção (STUBBS et al., 1986).

A germinação de uredósporos pode iniciar 30 minutos após o contato com a água livre, podendo ocorrer em um intervalo de sete a dez dias com temperaturas de 15 a 25°C. Em baixas temperaturas (10-15°C) ou em flutuações diurnas, são necessários períodos maiores de dez dias para que ocorra a germinação. O tubo germinativo cresce ao longo da superfície foliar até que se atinja um estômato; o apressório é formado, seguido imediatamente pela penetração subestomática e

desenvolvimento de hifas primárias, as quais crescem intercelularmente até formar uma grande massa micelial subepidérmica, da qual se originarão os uredósporos, que iniciarão o ciclo secundário (SINGH; HUERTA-ESPINO; ROELFS, 2002). A máxima germinação é atingida cerca de quatro dias seguintes da esporulação inicial. Apesar de o número poder variar muito, cerca de 3000 esporos são produzidos por urédia por dia. Este nível de produção pode continuar durante três semanas ou mais se a folha de trigo permanecer viva (CHESTER, 1946; STUBBS et al., 1986).

2.2.4 Controle

A medida preferencial de controle da ferrugem da folha é a resistência genética. O gene Lr19, por exemplo, presente nas cultivares Agatha e CI 14048, condiciona resistência a todas as raças de *P. triticina* ocorrentes no Brasil (REIS; CASA; FORCELINI, 1997). Outra medida de controle é a redução do inóculo primário através da eliminação das plantas voluntárias (REIS; CASA, 2007). Na ausência de cultivares com resistência, o controle químico é uma das ferramentas fundamentais para evitar que ocorram danos ao trigo. Este deverá ser iniciado no aparecimento das primeiras pústulas. Em cultivares com alguma resistência na planta adulta, indica-se verificar junto à instituição obtentora o manejo adequado para aplicação de fungicidas (INDICAÇÕES TÉCNICAS DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 2005).

Dos fungicidas disponíveis, com eficácia comprovada até o momento para o controle da ferrugem da folha, estão os dos grupos dos triázóis e das estrobilurinas (AZEVEDO, 2007). Na prática, recomenda-se o uso dos mesmos nas misturas

prontas vendidas pelos fabricantes a fim de evitar ou adiar o surgimento de resistência na população dos fungos (ZAMBOLIM, 2006).

2.3 OÍDIO

O oídio é a primeira doença foliar detectada nos cereais de inverno. A doença ocorre em alta intensidade nos cultivos da região sul, ao sul do paralelo 24°S e em regiões com cultivos sob irrigação, como no Cerrado (REIS; CASA, 2007). Plantas infectadas mostram menor vigor, crescimento retardado, redução do número de espigas e peso de grãos. A importância dessa doença está mais relacionada à severidade do que à incidência do ataque. Linhares (1988) relatou perdas de 20 a 55% no rendimento, em função da época do início do controle químico dessa doença, sendo essas perdas variáveis de acordo com as condições climáticas e a cultivar plantada. Reduções de rendimento de até 64% foram quantificadas entre linhas quase isogênicas resistentes e suscetíveis de trigo (FERNANDES; ROSA; PICININI, 1988).

2.3.1 Etiologia

O agente causal do oídio é *Blumeria graminis* (DC) Speer f. sp. *tritici* Em. Marchal, cuja forma imperfeita corresponde a *Oidium monilioides* (Nees) Link. Este produz conidióforos curtos, simples, de 8-10 x 25-30 µm. Os conídios são elipsoidais a ovais, hialinos, unicelulares, medindo 8-10 x 20-35 µm e produzidos basipetalmente em cadeias longas (REIS; CASA; FORCELINI, 1997).

2.3.2 Sintomatologia

A doença é conhecida como oídio, míldio pulverulento, cinza ou mofo. Apresentam nas partes verdes da planta formações de aspecto cotonoso; devido à massa de micélio, conidióforos e conídios do fungo. Inicialmente são pequenas manchas brancas e, com a evolução da doença, coalescem, tornando-se de coloração acinzentada com pontículos escuros, denominados cleistotécios. Sob o micélio, observa-se clorose. Após a clorose, a atividade do fungo declina. A massa branca de esporos, denominados de conídios, é pulverulenta e desprende-se facilmente da planta (FERNANDES; PICININI, 2008).

Em ataques severos, embora se trate de um fungo biotrófico, sua ação é irreversível, as estruturas do patógeno podem cobrir toda a planta, desde sua base até as espigas e o tecido lesionado morre (REIS; CASA, 2007). A presença de cleistotécios entre o micélio branco pulverulento não é muito freqüente, porém, em algumas situações, podem ser encontrados, principalmente nas bainhas das folhas inferiores. Estes são observados como pontos pretos na massa miceliana (REIS; CASA; FORCELINI, 1997).

2.3.3 Epidemiologia

O fungo sobrevive principalmente em plantas voluntárias, mas há indícios de que o fungo pode sobreviver na forma de cleistotécios em restos culturais (REIS; CASA, 2007). Conídios são a principal forma de disseminação do patógeno, que é facilmente liberado das lesões pelo vento.

A temperatura ótima para penetração situa-se entre 10 e 22°C e para o

desenvolvimento da doença situa-se entre 15 a 22°C (REIS; CASA, 2007). A germinação de conídios ocorre mais rapidamente com umidade relativa elevada, entre 97 e 100%. Já quando a umidade relativa reduz abaixo dos 92% a produção de apressórios e o crescimento do tubo germinativo também é reduzida e com umidade abaixo dos 50% os conídios germinam em decorrência da reserva do teor de água presente neles (FRIEDICH; BOYLE, 1986). Após a floração, quando as temperaturas ficam acima de 25°C, ocorre declínio da infecção e do desenvolvimento da doença. A produção de conídios é favorecida com temperaturas de 20°C, e diminui rapidamente acima ou abaixo desta. Novas lesões com conídios são produzidas entre sete e dez dias, em condições ótimas e repetindo novos ciclos de infecção. Altas precipitações removem conídios das folhas e, portanto, reduz a formação de novas colônias (WARD; MANNERS, 1974).

2.3.4 Controle

A resistência genética do hospedeiro é a forma mais eficiente de controle de oídio, tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental. Entretanto, a resistência não é, necessariamente duradoura, podendo ser superada pela alteração na composição genética da população dominante do patógeno, que pode variar a cada safra, principalmente em função da maior área de cultivo de determinada cultivar (COSTAMILAN; SÓ e SILVA; CAIERÃO, 2006).

A doença também pode ser controlada pelo tratamento de sementes com fungicida sistêmico (REIS; CASA; FORCELINI, 1997). O produto triadimenol, confere proteção durante 45-60 dias e os fungicidas difenoconazole, triticonazole e flutriafol conferem proteção entre 3 e 45 dias após a emergência da cultura. Outra opção de

controle é a pulverização dos órgãos aéreos com fungicidas sistêmicos, como o triadimenol, o propiconazole e o tebuconazole (REIS; CASA; FORCELINI, 1997), quando a doença atingir o limiar de dano econômico (REIS; CASA, 2007).

A resistência aos fungicidas é uma preocupação quando estes são utilizados de forma intensiva. De Waard et al., (1986) citam que na Europa Ocidental a eficiência no controle de oídio foi reduzida após uso intensivo dos fungicidas do grupo dos triazóis, triadimenol e propiconazole.

2.4 MANCHA MARROM

Com a demanda crescente por trigo e seus derivados, o cultivo do trigo vem sendo intensificado. Prestes; Santos e Reis (2002) observaram maior incidência da mancha marrom sob o sistema de plantio direto na palha e monocultura o que pode ser explicado pela emergência das plântulas junto aos restos culturais infectados. As condições proporcionadas pelo sistema de plantio direto na palha vêm favorecendo o aumento da severidade das manchas foliares (DUBIN; BIMB, 1994). As perdas ocasionadas pela mancha marrom ocorrem em diversas regiões do mundo. Em Bangladesh, as perdas médias devido a ocorrência da mancha marrom foram estimadas em 15% do rendimento do trigo (ALAM; BANU; SHAHEED, 1998), e em Heilongjiang, na China, também foram observadas perdas de 15% no rendimento de trigo em genótipos suscetíveis (XIAO; SUN; XIN, 1998). No México, em Poza Rica, foram observadas entre 49 e 90% de perdas durante testes para resistência a mancha marrom em áreas de cultivo não comercial (DUVEILLER et al., 1998). No Brasil estas perdas podem variar de 20 a 80% no rendimento desse cereal

(BARROS, 1985; HETZLER et al., 1991).

2.4.1 Etiologia

A mancha marrom é causada por *Bipolaris sorokiniana* (Sacc. In Sorok) Shoemaker, pertencente ao grupo dos fungos mitospóricos, Ordem Moniliales e à família *Dematiaceae*, sinonímia *Helminthosporium sativum* Pamm; King & Bake, *Drechslera sorokiniana* (Sacc.) Subram; Jain, tendo como forma teleomórfica *Cochliobolus sativus* (Ito; Kurib) Drech, ex Dastur da divisão Ascomycota, ordem Pleosporales, família *Pleosporaceae*, raramente relatado na natureza (ALCORN, 1988; ALEXOPOULOS, 1966 apud ANTONIAZZI, 2005). O patógeno *B. sorokiniana* apresenta conidióforos castanhos, curtos, eretos, simples, contendo de 1 a 6 conídios. Estes são elipsóides, pardo-escuros, retos ou ligeiramente curvos, com paredes espessas no centro e mais delgadas nos ápices, mais largos no centro, de ápices arredondados e com cicatriz distinta na célula basal, medindo 60-120 x 15-20 µm e apresentando 3 a 10 septos.

Na fase teleomórfica o fungo produz pseudotécios pretos, globosos, com 300-400 µm de diâmetro e com rostro ereto de 50-200 µm de comprimento. Os ascos são clavados e medem de 20-45 x 120-250 µm e contém de 4 a 8 ascósporos encurvados em helicóide ou filiformes, afilados. Os ascósporos são hialinos, filiformes, afilados nas extremidades e medem 6-9 x 160-360 µm (ELLIS, 1971; MEHTA, 1978; WIESE, 1987).

2.4.2 Sintomatologia

O agente causal da mancha marrom infecta todos os órgãos das plantas. Os sintomas iniciais são observados como lesões necróticas pardas, com 1 a 2 mm de comprimento, sobre o limbo das primeiras folhas, em consequência da transmissão a partir das sementes. Nas demais folhas podem aparecer, dependendo do clima, dois tipos de sintomas: em regiões frias, as lesões são retangulares e escuras e nas regiões quentes, elípticas e cinzas. Sob condições de umidade é abundante a frutificação do patógeno nas lesões velhas. Sintomas podem também aparecer na parte central das glumas, na forma de lesões elípticas com centro claro, quase branco, e com bordos pardo-escuros (REIS; CASA; FORCELINI, 1997).

Em cultivo de trigo onde ocorre simultaneamente a mancha marrom e a mancha amarela (*Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoemaker) muitas vezes é impossível, sem o auxílio de uma lupa, reconhecer o organismo causal da doença (DUVEILLER; DUBIN, 2002).

Em genótipos suscetíveis, estas lesões se alargam muito rapidamente de forma ovalada a alongada, com coloração castanho claro a castanho escuro. As lesões podem atingir vários centímetros antes de coalescerem e induzir a morte da folha. As estruturas de frutificação se desenvolvem facilmente, sob condições de alta umidade e são geralmente de fácil observação em lesões mais velhas. Se as espiguetas são afetadas, podem resultar em grão “chocho” com coloração escura do embrião, denominada de “ponta preta” (DUVEILLER; DUBIN, 2002).

2.4.3 Epidemiologia

A sobrevivência do patógeno ocorre através dos conídios, que podem permanecer no solo por até 37 meses (REIS; MADEIROS; CASA, 1998). As principais fontes de inóculo primário de *B. sorokiniana* são sementes, restos culturais (centeio, cevada, trigo e triticale), plantas voluntárias, hospedeiros secundários e conídios dormentes no solo (REIS; MADEIROS; CASA, 1998). Quando restos culturais são deixados na superfície do solo, como ocorre no sistema plantio direto na palha, e sob monocultura, a intensidade da doença é maior. Os conídios produzidos nas primeiras folhas podem ser disseminados por respingos de chuva e pelo vento para outras folhas.

Quando a transmissão do agente causal da mancha marrom ocorre via semente, pode ocorrer a infecção da plúmula pela penetração do micélio no coleóptilo, o que determina o aparecimento de lesões na bainha após sua emergência (REIS, 1988). Reis e Forcelini (1993) mostraram uma eficiência de transmissão sintomática de 87,8% e assintomática de 81,4% a partir de sementes infectadas para as raízes seminais, coleóptilos e plúmulas do trigo. Imediatamente após a semeadura, enquanto a semente está umedecida, o fungo começa a se desenvolver e apenas após a emergência da planta com o aparecimento das primeiras folhas e na presença de luz solar, a esporulação ocorre (SPURR; KIESLING, 1961).

Ocorrendo condições favoráveis ao estabelecimento da infecção, podem ocorrer epidemias nos estádios iniciais de desenvolvimento do trigo. A esporulação do fungo sobre as lesões pode disseminá-lo pelo vento sob condições de clima seco atingindo outras folhas na mesma planta ou em vizinhas, sendo responsável pelos

ciclos secundários da doença em órgãos aéreos (ESTOLTE, 2006).

2.5 MANCHA AMARELA

As perdas ocasionadas pela mancha amarela são variáveis, no entanto significativas, no mundo todo. Na região Mixteca do México, foram observadas perdas de 37% no rendimento de grãos (OSÓRIO et al., 1998). Já na Argentina foram observadas perdas entre 10 e 20% no rendimento, devido ao ambiente que propicia desenvolvimento de epidemias com severidade de 50% (ANNONE, 1998). Nas principais regiões tritícolas do Brasil, a mancha amarela pode causar danos de até 80% na produção de trigo (ZAMBOLIM, 2005).

A mancha amarela da folha do trigo é a mancha foliar mais importante desta cultura, já que vem aumentando de intensidade no sistema plantio direto na palha com monocultura (REIS; CASA; MEDEIROS, 2001).

2.5.1 Etiologia

A mancha amarela do trigo é causada pelo fungo *Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoemaker, sinonímia *Helminthosporium tritici-repentis* Diedicke, *Drechslera tritici-vulgaris* (Nisikado) Ito e *Helminthosporium tritici-vulgaris* (Nisikado), forma imperfeita ou anamórfica. A forma perfeita ou teleomórfica corresponde a *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechs. (sinonímia *Pyrenophora trichostoma* (Fr.) Fckl.) (WIESE, 1987).

As lesões sobre as folhas, caules, glumas e sementes, são devidas ao anamorfo do agente patogênico, caracterizado por longos esporos multicelulares. Sobre os resíduos da cultura de trigo são formados os ascósporos a partir do ascotroma (SCHILDER; BERGSTROM, 1993; ZILLINSKY, 1983).

O agente causal *D. tritici-repentis* apresenta conidióforos simples ou em grupos de 2-3, emergentes através dos estômatos ou entre células epidérmicas, retos ou flexuosos, cilíndricos ou ligeiramente afilados no ápice e dilatados na base, medindo 7-8 x 100-300 μm (WIESE, 1987). Conídios solitários, cilíndricos, retos ou ligeiramente curvados, arredondados no ápice, a base caracteriza-se por possuir forma cônica, conhecida como cabeça de cobra. A coloração é sub-hialina a ligeira palha, com parede delgada medindo 12-21 x 45-200 μm , possuindo de 4 a 7 pseudoseptos (WIESE, 1987).

Os conídios germinam por um ou ambos os pólos, podendo também germinar por um tubo germinativo produzido no meio do conídio. Os tubos germinativos basais são laterais no conídio, o primeiro septo desenvolve-se na parte basal e o hilo está localizado no seu interior (MUCHOVEJ, J; MUCHOVEJ, R; RIBEIRO-NESIO, 1988).

De acordo com Wiese (1987), o fungo produz ascostroma eruptivos de coloração negra nos restos culturais de gramíneas, medindo 200-350 μm de diâmetro, algumas vezes com rostro. Os ascósporos, são em número de oito, são ovais a globosos, marrons e medem de 18-28 x 45-70 μm , com três septos transversais e leve constrição nos septos. As células medianas podem ser septadas longitudinalmente. Na descrição feita por Mehta (1978), os ascos, desenvolvidos em “ascostroma” multilocular, são clavados, com 36-53 x 178-267 μm e bitunicados.

2.5.2 Sintomatologia

Normalmente, os primeiros sintomas da mancha amarela surgem como pequenos pontos castanho-claro que se desenvolvem de forma oval, necrótica com lesões circundadas por um halo amarelo (SCHILDER; BERGSTROM, 1993). Com a idade as lesões coalescem e iniciam a senescência em toda a folha. As lesões muitas vezes começam perto do ápice e avançam rumo à base da folha. Conidióforos e conídios longos são formados no centro das manchas (FERNANDES; PICININI, 1999).

2.5.3 Epidemiologia

O fungo causador da mancha amarela sobrevive pela produção de ascostroma (*P. tritici-repentis*) ou conídios (*D. tritici-repentis*) nos restos culturais (REIS; CASA, 2007).

Restos culturais são considerados a principal fonte de inóculo primário em zonas de produção intensiva de trigo. As sementes de gramíneas infectadas e plantas voluntárias de trigo que permanecem no campo constituem fontes adicionais de inóculo, principalmente na forma de conídios (SCHILDER; BERGSTROM, 1993). Tipicamente, os conídios são produzidos sobre a palha durante o inverno, e os ascósporos são produzidos na safra seguinte. Ascostromas tendem a formação de ascósporos sob a umidade noturna (REES; PLATZ, 1980).

Os conídios e os ascósporos são infectivos e, ao atingirem a superfície verde da planta, iniciam a infecção na presença de água líquida, sendo o período de molhamento requerido de 6 a 48 horas (REIS; CASA; MEDEIROS, 2001; WIESE,

1987).

As condições ambientais que favorecem a infecção, germinação de esporos e seu desenvolvimento são molhamento foliar maior que 48 horas e temperatura entre 20 e 25°C (BALARDIN, 2001 apud DALLAGNOL et al., 2006a). Epidemias severas vão ocorrer em variedades suscetíveis se as folhas permanecerem molhadas por 12 horas, mas para genótipos resistentes são necessárias de 18 a 24 horas de molhamento (McMULLEN; HOSFORD, 1989).

O patógeno pode infectar, além do trigo, centeio, triticale, cevada e aveia. A disseminação a longa distância é via semente (REIS; CASA, 2007).

2.6 CONTROLE DAS MANCHAS FOLIARES

No controle das manchas foliares deve-se empregar uma série de medidas conjuntamente: tratamento de sementes com fungicidas (guazatina, iprodione + thiram ou triadimenol); pulverização de lavouras de produção de sementes após o estágio de alongação com fungicidas do grupo dos triazóis (propiconazole ou tebuconazole) para evitar a infecção na semente, já que as maiores epidemias estão relacionadas com a transmissão do fungo via semente (REIS; CASA; FORCELINI, 1997).

Para redução de inóculo inicial recomenda-se a eliminação de restos culturais e de plantas voluntárias, rotação de culturas e principalmente remoção ou enterramento da palhada (REES; PLATZ, 1992). Bockus e Claassen (1992) observaram que a rotação do sorgo com o trigo controlou a mancha amarela. A rotação de cultura com ervilhaca, chicharo, nabo forrageiro, colza, linho, serradela e

trevos também são boas opções para redução do inóculo inicial.

O melhoramento genético visando a resistência à mancha marrom tem tido pouco sucesso tanto em trigo como em cevada. Segundo Picinini e Fernandes (2000) o desenvolvimento de cultivares resistentes a fungos necrotróficos, como os agentes causais das manchas foliares, é difícil, por ser governada por vários genes. Dessa maneira, não existindo cultivares com nível satisfatório de resistência a *B. sorokiniana*, a doença pode ser economicamente controlada pelo uso de fungicidas.

Para se determinar o momento para a aplicação de fungicida para o controle das manchas foliares do trigo, o monitoramento deve ser semanal, removendo-se uma planta de 20 em 20 passos, totalizando uma amostra de 50 a 100 plantas. Remover todas as folhas expandidas, não senescentes, separando-as em infectadas e saudáveis. Considera-se infectada a folha que apresentar, no mínimo, uma lesão com comprimento > 2 mm. Calcula-se a incidência e, se esta for inferior a 70%, aguardar e continuar o monitoramento. Quando a incidência estiver na faixa de 70 a 80% proceder, imediatamente, a pulverização. Quando a incidência for superior a 80% haverá perda. São recomendados os fungicidas dos grupos dos triazóis como o propiconazole e o tebuconazole (REIS; CASA; FORCELINI, 1997).

A utilização de tratamentos químicos deve ser minimizada, mas os fungicidas têm-se revelado útil e econômico no controle da mancha amarela (LOUGHMAN et al., 1998) e da mancha marrom (VIEDMA; KOHLI, 1998). Fungicida do grupo dos triazóis (por exemplo, tebuconazole e propiconazole) especificamente têm-se revelado muito eficaz para controle de ambas as manchas. Segundo Duveiller e Dubin (2002) nem sempre um bom controle reverte em retorno econômico na produção de grãos. Pois esta é dependente do preço recebido para o trigo, o preço do fungicida e do aumento de rendimento por área proporcionado pela

utilização do fungicida.

2.7 INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA

No contexto atual pela busca de tecnologias de produção menos agressivas ao homem e ao meio ambiente, o uso de produtos naturais e/ou com capacidade para induzir resistência tem assumido importância maior na área de proteção de plantas (WORDEL FILHO; MARTINS; STADNIK, 2007).

Segundo Pascholati (1998), as plantas possuem diferentes mecanismos estruturais e bioquímicos que podem contribuir para a resistência das mesmas contra fitopatógenos. Esses mecanismos de resistência são determinados geneticamente e a sua efetividade é dependente da expressão dos mecanismos estruturais e bioquímicos, em local e momentos adequados, magnitude adequada e seqüência lógica que deve ocorrer após o contato do patógeno com o hospedeiro.

Como mecanismos estruturais, podem ocorrer espessamento da parede celular e da cutícula, via aumento da deposição de lignina, cutina, formação de papilas e camadas de cortiças (SUGUI, 1998). Já os mecanismos bioquímicos envolvem a ativação de genes que codificam para diversas respostas de defesa, tais como proteínas relacionadas à patogênese (proteínas-RP), por exemplo, quitinases e glucanases (BONALDO; PASCHOLATI; ROMEIRO, 2005).

Após a realização de estudos de mecanismos de resistência à doenças foi que emergiu a idéia da aceleração da resposta da planta, pela aplicação de elicitores de resistência (MORAES, 1991; BENHAMOU; LAFONTAINE; NICOLE, 1994).

A indução de resistência é um fenômeno muito comum na natureza, onde alguns tipos de estresses ou uma pré-infecção com um patógeno tornam as plantas mais resistentes à infecção subsequente por outros patógenos (STADNIK; TALAMINI, 2004). As alterações metabólicas nos vegetais podem ocorrer sob duas formas de indução: a resistência sistêmica adquirida (RSA) ou a resistência sistêmica induzida (RSI).

A RSA tem como principal sinalizador o ácido salicílico (AS) levando a expressão principalmente de proteínas-RP. A RSI é induzida por rizobactérias promotoras de crescimento (PGPR), não sendo dependente de AS, tem o ácido jasmônico (AJ) e o etileno (ET) como os principais sinalizadores (PIETERSE et al., 2005; BOSTOCK, 2005). Tanto a RSA quanto a RSI são mecanismos ativadores de defesa das plantas após a exposição destas à agentes estressores (ZAMBOLIM; VENTURA, 1993; BONALDO; PASCHOLATI; ROMEIRO, 2005; AGRIOS, 2005).

No Brasil, cresce a cada ano os estudos com produtos capazes de induzir resistência à plantas (BONALDO; PASCHOLATI; ROMEIRO, 2005). São exemplos os estudos sobre os efeitos do acibenzolar-S-metil (GÖRLACH et al., 1996), dos fosfitos (GUEST; GRANT, 1991) extratos de algas marinhas (LIZZI et al., 1998; STADNIK; TALAMINI, 2004; PAULERT et al., 2007), extratos vegetais (BALBI-PEÑA et al., 2006), óleos essenciais (PEREIRA et al., 2007) e silício (OLIVEIRA et al., 2008).

2.7.1 Fosfito

Fosfitos são derivados do ácido fosforoso que são compostos químicos dos oxiácidos do fósforo, originários de rochas fosfáticas (GUIMARÃES; LIMA;

OLIVEIRA, 2003). A formação do fosfito ocorre através da reação de redução entre o ácido fosforoso e uma base, que pode ser um hidróxido de potássio, hidróxido de sódio dentre outras. Através da oxidação do fosfito forma-se o fosfato (REUVENI, 1997). A diferença entre o fosfato e o fosfito encontra-se na sua fórmula estrutural (SANTOS et al., 2007), ou seja, o fosfito possui um átomo de hidrogênio no lugar do oxigênio (McDONALD; GRANT; PLAXTON, 2001). Por apresentarem mais um hidrogênio, em sua molécula, torna-se mais fácil a sua ligação com outros compostos químicos. Assim, os fosfitos são absorvidos pelas plantas mais rapidamente, sendo translocados pelo floema e xilema, podendo permanecer e acumular na planta por até 150 dias (GUEST; GRANT, 1991; MALUSA; TOSI, 2005).

2.7.1.1 Ação

Os compostos de fósforo estão entre os precursores necessários à vida e estão presentes na natureza há muito tempo. São os constituintes essenciais do protoplasma e possuem um papel importante para a manutenção da vida, como os ácidos nucleicos, coenzimas nucleotídeos, metabólicos intermediários e fosfatídeos (SANTOS et al., 2007).

Daniel e Guest (2006) estudando o processo de indução de defesa em *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh, após tratamento com fosfitos e inoculação com *Phytophthora palmivora* Rands, observaram que quando o fosfito foi aplicado em alta concentração, este proporcionou um efeito tóxico, ou seja, uma ação direta sobre o patógeno. Já quando o fosfito foi aplicado em menor concentração ocorreu um efeito indireto, proporcionando uma ação de hipersensibilidade no local da lesão, pela elicitação de fitoalexinas que atuam no metabolismo secundário das plantas. No

entanto a ação do fosfito no metabolismo secundário não é inteiramente compreendida. As substâncias como as fitoalexinas são produzidas em resposta à infecção existente e constituem apenas um grupo diverso desses metabólicos secundários que são sintetizados muito rapidamente a partir de uma infecção, devido à ativação de novas rotas biossintéticas (SMILLIE; GRANT; GUEST, 1989).

2.7.1.2 Uso

O ácido fosforoso possui propriedades indutoras de resistência nos vegetais (WILD; WILSON; WINLEY, 1988 Apud NEGRI, 2007) e podem também reduzir a esporulação dos patógenos nas plantas, através do efeito direto, possibilitando com isso a redução na incidência e na severidade das doenças (PANICKER; GANGADHARAN, 1999, apud NEGRI, 2007).

Experimentos com uso de fosfitos no controle de várias doenças vêm sendo desenvolvidos pelo mundo todo desde a década de 70, iniciando na Austrália no controle da podridão de raiz do abacateiro (*Phytophthora cinnamomi*). Os pesquisadores australianos obtiveram resultados positivos no controle de *P. cinnamomi*, o que motivou o uso dos fosfitos por diversos outros pesquisadores (NEGRI, 2007).

No Brasil, as pesquisas com o uso dos fosfitos iniciaram na década de 80 (NEGRI, 2007). No Rio Grande do Sul, a Embrapa Uva e Vinho, vem obtendo êxito nos trabalhos realizados no controle de míldio da videira (*Plasmopara viticola*), com produtos a base de fosfito (SÔNEGO; CZERMAINSKI, 2003; SÔNEGO; GARRIDO, 2005).

A forma mais prontamente disponível de fósforo, o fosfito, está ajudando muitos citricultores a obterem aumentos significativos na qualidade dos frutos, na produtividade e na sanidade nutricional das plantas de laranjas através da suplementação no período crítico do desenvolvimento dos frutos (DISMAL, 1996).

Segundo Neves (2006) pesquisas preliminares concordam que mesmo onde deficiências não estão presentes, os fosfitos podem proporcionar benefícios suplementares para melhorar alguns aspectos da qualidade dos frutos de citros. Discordando de Dismal (1996), que afirma que os nutrientes, quando aplicados na folhagem, nem sempre resultam em aumentos dos seus níveis nas folhas. Isso é verdade para os elementos potássio e fósforo, que são muito solúveis nas plantas.

WILKINSON et al. (2001) descreveram que o uso de fosfito diminui a velocidade de formação dos zoósporos de *P. cinnamomi* em *Eucalyptos marginata* Maiden, mas não previne sua produção.

Os fosfitos apresentam rápida absorção pelas raízes, folhas e córtex do tronco, com menor exigência de energia da planta. As misturas permitidas com outros produtos e algumas formulações de fosfitos podem reduzir o pH da solução, melhorando a eficiência de alguns herbicidas (VITTI et al., 2005).

Vitti et al. (2005) observaram incrementos na produtividade em soqueira de cana de açúcar, em 8,8 e 18,5 t ha⁻¹ com a aplicação de 5 e 7,5 L ha⁻¹ de fosfito de potássio, respectivamente. Apesar dos fosfitos serem comercializados como fertilizantes contendo fósforo, não se esperava um incremento na produtividade devido á aplicação deste nutriente. Segundo Mcdonald; Grant e Plaxton (2001) os fosfitos não podem ser usados como uma fonte direta de fósforo para as plantas. Por outro lado Mcdonald; Grant e Plaxton (2001) esperavam que estes produtos

aumentassem a produtividade controlando as doenças ou agindo como um indutor de resistência, evitando que as doenças progridam.

Nascimento et al. (2008) não observaram efeito de aplicações semanais de fosfito sobre *Phytophthora infestans* Mont. na cultura do tomate. Já nas avaliações de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye e da *Erwinia* spp, estes mesmos autores observaram que a maioria dos fosfitos testados apresentaram tendência de reduzir a severidade e a incidência, respectivamente. Mesmo assim, não foi observado nenhum efeito do controle de doenças sobre a produtividade nos experimentos.

CAPÍTULO I

AÇÃO DE FOSFITOS SOBRE PATÓGENOS BIOTRÓFICOS NA CULTURA DO TRIGO

RESUMO

Anualmente são ocasionados danos na cultura do trigo devido à presença de patógenos causadores de doenças foliares. Os maiores danos observados estão associados aos patógenos responsáveis pela ferrugem da folha (*Puccinia triticina*) e pelo oídio (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*). O presente trabalho objetivou avaliar o efeito de fosfito e acibenzolar-S-metil isolados ou associados ao fungicida epoxiconazole + piraclostrobina no controle do oídio e da ferrugem da folha. Para tanto foram realizados três experimentos: 1º Experimento - Épocas de aplicação de fosfito e acinbezolar-S-metil isolados e associados ao fungicida epoxiconazole + piraclostrobina no controle de oídio em Arapoti, com a cultivar BRS 208; 2º Experimento - Fontes de fosfito e acibenzolar-S-metil isolados e associados ao epoxiconazole + piraclostrobina no controle de oídio e ferrugem da folha em Palmeira, com a cultivar Avante; e 3º Experimento - Fosfito isolado e associado ao epoxiconazole + piraclostrobina em diferentes épocas de aplicação no controle da ferrugem da folha em Tibagi, com a cultivar Supera. Todos os experimentos foram delineados em bloco ao acaso, com quatro repetições, sendo cada repetição constituída por parcelas com 17 linhas de semeadura espaçadas em 0,17 m, com dimensões de 2,89 x 5,0 m cada. Foram avaliados: 1º Experimento - severidade de oídio em folha bandeira e em planta inteira e componentes de rendimento; 2º Experimento - severidade de oídio e ferrugem da folha em folha bandeira e em planta inteira, teor de nutrientes em tecido foliar (N, P e K), índice de área foliar, peso de mil sementes e produtividade; e no 3º Experimento - severidade de ferrugem da folha em folha bandeira e em planta inteira e componentes de rendimento. Com os dados de severidade calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença nos três experimentos. No 1º experimento não houve efeito das aplicações de fosfito isolado ou associado ao fungicida epoxiconazole + piraclostrobina em diferentes épocas sobre o oídio. Fosfitos de forma isolada não controlaram o oídio, entretanto o acibenzolar-S-metil controla o oídio. No 2º experimento os fosfitos associados ao fungicida proporcionam ganho de produtividade. Não houve diferença significativa entre as diferentes fontes de fosfito. No 3º experimento aplicações fosfitos isolados não alteram os componentes de rendimento e fosfitos isolados ou associados ao fungicida não controlam a ferrugem da folha.

Palavras-chave: Fontes de fosfitos, época de aplicação, ferrugem da folha, oídio.

ABSTRACT

Every year, caused damage to the wheat crop due to the presence of pathogens that cause diseases of leaves. The greatest damage observed are related to pathogens responsible for the leaf rust (*Puccinia triticina*) and the powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*). This study aimed to evaluate the effect of phosphite and acibenzolar-S-methyl isolated or associated with epoxiconazole + pyraclostrobin fungicide to control powdery mildew and leaf rust. For both were conducted three experiments: Experiment 1° Time of application of phosphite and acinbezolar-S-methyl isolated and associated to epoxiconazole + pyraclostrobin fungicide to control powdery mildew in Arapoti, with the cultivar BRS 208; 2° Experiment - Sources of phosphite and acibenzolar-S-methyl isolated and associated to epoxiconazole + pyraclostrobin in control of powdery mildew and leaf rust on the Palmeira, with the cultivar Avante, and 3° Experiment - phosphite isolated and associated to epoxiconazole + pyraclostrobin at different times of application in controlling the leaf rust in Tibagi, with the cultivar Supera. All experiments were designed to block randomly, with four replicates, each replicate consisting of parcels with 17 lines spaced at sowing 0.17 m, with dimensions of 2.89 x 5.0 m each. Were evaluated: 1° Test - severity of powdery mildew in flag leaf and whole plant and components of earnings, 2° Test - severity of powdery mildew and leaf rust on the flag leaf and whole plant, nutrient content in leaf tissue (NPK), index leaf area, weight of a thousand seeds and productivity, and in the 3° Test - Severity of leaf rust on the flag leaf and whole plant and yield components. With the severity of data were calculated the area under the curve of progress of the disease in three experiments. In the 1° experiment - there was no effect of applications at different times of phosphite isolate or associated with fungicide pyraclostrobin + epoxiconazole on powdery mildew. Phosphites isolation does not control the powdery mildew, the acibenzolar-S-methyl controlling powdery mildew; in the 2° experiment - the phosphites associated with the fungicide provide gain in productivity. No significant difference occurs among the various sources of phosphite; experiment in the 3° - change phosphites not isolated components of income, phosphites alone or associated with the fungicide do not control the leaf rust.

Keywords: Sources of phosphites, timing of application, leaf rust, powdery mildew.

1 INTRODUÇÃO

As doenças que mais afetam a produtividade do trigo são as causadas por fungos, principalmente as doenças foliares. É possível dividí-las em dois distintos grupos de acordo com a relação nutricional do agente causal com a planta hospedeira, as que possuem agentes causais biotróficos e as que possuem agentes causais necrotróficos. Agentes biotróficos são parasitas obrigatórios que necessitam do tecido vegetal vivo e sadio para se nutrir. Dentre os agentes biotróficos, podemos destacar os patógenos causadores de oídio e da ferrugem da folha do trigo.

O oídio (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) é a primeira doença foliar que ocorre na cultura do trigo. Ocorrendo de forma endêmica em áreas tritícolas de clima frio e úmido no Brasil, especialmente na Região Sul e em lavouras sob sistema irrigado nas Regiões Centro-Oeste e Sudeste (REIS; CASA, 2007). Há relatos na literatura que afirmam que em anos de condições climáticas favoráveis ao cultivo da cultura do trigo, também favorecem as perdas em rendimento de grãos de trigo decorrentes da doença alcançando entre 5% a 8%. Em Passo Fundo-RS, há registros de perdas entre 10% e 62% (REIS; CASA; HOFFMANN, 1997).

A ferrugem da folha (*Puccinia triticina* (Erikss)) é uma das principais doenças foliares que afetam a cultura do trigo. Os danos decorrentes de epidemias de *P. triticina*, vão depender do estágio fenológico da planta de trigo, da suscetibilidade da cultivar, da virulência da raça fisiológica e das condições ambientais (REIS; CASA, 2007). Fernandes e Picinini (2001) avaliando a cultivar BR 34, nas safras 94/95 na região de Passo Fundo, relatam que ocorreram perdas significativas de 80% no rendimento de grãos.

Diversos autores relacionam a um futuro promissor a utilização de indução de resistência no manejo integrado de doenças (NASCIMENTO et al., 2008; WORDELL FILHO; MARTINS; STADNIK, 2007; BRACKMANN et al., 2004). A expressão da indução de resistência, através da elicitação de fitoalexinas dentre outras vias, vem sendo desenvolvida pela indústria agroquímica, através de produtos alternativos como o caso dos fertilizantes foliares a base de fosfitos.

A ação dos fosfitos sobre os fungos pode se dar de forma direta (FENN; COFFEY, 1985; ROHRBACH; SCHENCK, 1985) ou através da ativação de mecanismos de defesa da planta, como o estímulo à produção de fitoalexinas (GUEST; GRANT, 1991). O tratamento com fosfitos induz a planta a apresentar resposta imediata ao ataque de patógenos (GUEST; BOMPEIX, 1990). No Brasil diversos trabalhos relatam a eficiência do uso dos fosfitos isolados ou associados a outros produtos, sobre uma série de patógenos, como o controle de míldio da videira (DALBÓ; SCHUCK, 2003), controle de míldio em cebola (WORDELL FILHO; MARTINS; STADNIK, 2007), dentre outros. No entanto, não há relatos na literatura sobre o uso dos fosfitos sobre oídio e ferrugem da folha na cultura do trigo. Desta maneira o presente trabalho objetivou avaliar: a) o efeito de épocas de aplicação de fosfito e acibenzolar-S-metil isolados e associados ao fungicida epoxiconazole + piraclostrobina no controle do oídio; b) efeito de diferentes fontes de fertilizantes foliares a base de fosfito e acibenzolar-S-metil (indutor de resistência) isolados e associados ao fungicida epoxiconazole + piraclostrobina no controle do oídio e da ferrugem da folha; c) efeito de fosfito e acibenzolar-S-metil isolados e associados ao fungicida epoxiconazole + piraclostrobina aplicados em diferentes épocas no controle da ferrugem da folha.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 INSTALAÇÃO DA CULTURA

Os experimentos foram conduzidos nos municípios de Arapoti, Palmeira e Tibagi, na região dos Campos Gerais, Estado do Paraná, pertencente ao Segundo Planalto Paranaense (MAACK, 1968). A região se caracteriza por topografia suavemente ondulada. O clima predominante é definido como do tipo Cfb, com exceção do município de Arapoti que é Cfa. As características do clima Cfb e Cfa são de subtropical úmido. Apresentando clima mesotérmico, com temperatura média do ar dos 3 meses mais frios compreendidas entre -3°C e 18°C . As estações de verão e inverno são bem definidas. Para o clima Cfb, a temperatura média do ar no mês mais quente fica abaixo dos 22°C , e acima dos 22°C , no clima Cfa (IAPAR, 2000).

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, com quatro repetições. Cada unidade experimental foi composta por parcelas medindo $2,89 \times 5,0$ m, compostas por 17 linhas de semeadura, espaçadas por 0,17 m cada, perfazendo uma área total de $14,45 \text{ m}^2$ e área útil de $6,8 \text{ m}^2$.

Os tratamentos foram aplicados com auxílio de pulverizador costal, à pressão constante de 23 lb pol^{-2} , pelo dióxido de carbono comprimido, equipado com seis pontas de jato “plano” XR11002 VS com espaçamento de 0,5 m, e volume de calda aplicado igual a 135 L ha^{-1} . As aplicações foram realizadas em estádios fenológicos distintos de acordo com a escala proposta por Zadoks; Chang e Konzak (1974) (Anexo A).

A correção de solo foi realizada com base nas análises químicas do solo (Anexo B).

A semeadura foi realizada com semeadora SHM 15/17, em sistema de plantio direto na palhada do milho.

As avaliações de severidade foram realizadas semanalmente durante o ciclo da cultura, em folha bandeira e em dez plantas inteiras, para tanto foram atribuídas porcentagens da área foliar lesionada atual. A área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) foi calculada com os dados de severidade de folha bandeira e de planta inteira, pela equação proposta por Shaner e Finny (1977) descrita abaixo.

$$AACPD = \sum_{i=1}^{n-1} [(y_i + y_{i+1})/2] \times (t_{i+1} - t_i)$$

Onde: n é o número de avaliações;

y a intensidade de doenças;

t o tempo quando da avaliação da intensidade da doença;

i e i+1 representam as observações de 1 a n.

Avaliaram-se também os componentes de produtividade, com exceção do experimento conduzido no município de Palmeira-PR, em que apenas a produtividade, peso hectolitro e o peso de mil sementes foram quantificados. Para a avaliação de componentes de rendimento, nas linhas centrais de semeadura de cada parcela, foram retiradas todas as plantas contidas em um metro, sendo mensurado número de plantas por m²; número de filhinhos por planta; altura de planta; altura de espiga; número de espiguetas; número de grãos por espiguetas, número de grãos por espiga, número de espigas por metro e peso hectolitro (com exceção do

experimento realizado em Arapoti). A colheita foi realizada em dez linhas de 4 m em cada parcela, perfazendo 6,8 m² de área colhida, o rendimento de grãos foi expresso em kg ha⁻¹, com teor de umidade padronizado para 13%.

Para análise os dados de percentagem de severidade foram transformados para arc sen $\sqrt{x/100}$ (BANZATTO; KRONKA, 2006) e posteriormente submetidos à análise de variância pelo teste F. A comparação das médias, quando significativas, foi realizada pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os dados das temperaturas e de precipitação diários, observados durante o período experimental de cada região estão apresentados no Anexo C.

2.2 ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE FOSFITO E ACINBEZOLAR-S-METIL ISOLADOS E ASSOCIADOS AO FUNGICIDA EPOXICONAZOLE + PIRACLOSTROBINA NO CONTROLE DE OÍDIO

O experimento foi conduzido no campo experimental da Fundação ABC, no município de Arapoti/PR, localizado nas coordenadas 24° 11' de latitude Sul e longitude 49° 51' W com altitude de 902 m acima do nível do mar, durante a safra de 2007.

O solo segundo a Embrapa (1999a) está classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, apresentando textura arenosa, fase relevo suave ondulado (5-8%).

Para o estabelecimento da cultura, três dias antes da semeadura a área foi dessecada com aplicação da mistura pronta paraquat (400 g i.a. L⁻¹) + diuron (200 g i.a. L⁻¹). As sementes foram previamente tratadas com imidacloprido na dose de 48 g i.a. para cada 100 Kg de sementes de trigo (ANDREI, 2005). A semeadura do trigo foi realizada no dia 30 de maio de 2007, pelo método de semeadura direta sobre a

palhada de milho, com espaçamento entre linhas de 0,17 m e 350 plantas por metro quadrado, com auxílio de semeadora SHM 15/17. A cultivar utilizada foi a BRS 208, cuja suas características estão descritas no Anexo D.

A adubação de base foi realizada antes da semeadura, constituindo em 300 Kg ha⁻¹ de adubo NPK da fórmula comercial 08-30-20. A adubação em cobertura foi realizada durante o perfilhamento no estágio 23-24 da escala de Zadoks; Chang e Konzak (1974), com 81 kg de nitrogênio.

Aos 24 dias após emergência da cultura foi realizada aplicação do inseticida tiamethoxam (35,25 g i.a. L⁻¹) + lambdacialotrina (26,5 g i.a. L⁻¹) e do inseticida fisiológico lufenuron (15 g i.a. L⁻¹), para controle do percevejo barriga verde (*Dichelops melacanthus* Dallas) e da lagarta militar (*Spodoptera frugiperda* Smith). Decorridos 8 dias da primeira aplicação de inseticida foi realizada uma nova aplicação de tiamethoxam (35,25 g i.a. L⁻¹) + lambdacialotrina (26,5 g i.a. L⁻¹) para controle de percevejo barriga verde.

Aos 32 dias após emergência foi realizado o controle de nabo (*Raphanus raphanistrum* Lange) com a aplicação do herbicida metsulfurom metílico (2,4g i.a.L⁻¹) + óleo mineral a 0,1%.

As avaliações de severidade iniciaram em 09 de julho e terminaram em 17 de setembro de 2007, sendo realizadas semanalmente.

Para controle de oídio foram utilizados oito tratamentos compostos pela combinação de fertilizante foliar a base de fosfito (Starphós), acibenzolar-S-metil (indutor de resistência) e o fungicida Ópera (epoxiconazole + piraclostrobina) isolados ou combinados em diferentes épocas de aplicação nos estádios fenológicos de alongação, antese e enchimento de grãos, de acordo com os tratamentos descritos na Tabela 1.

A colheita foi realizada na área útil das parcelas, colhendo-se 9 linhas de quatro metros de forma manual, em 10 de outubro de 2007.

Tabela 1 – Tratamentos utilizados para controle de oídio (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*), ingrediente ativo (i.a.), época de aplicação, classe do produto e dose dos produtos utilizados na cultura do trigo (*Triticum aestivum*), cultivar BRS 208. Arapoti - PR – Safra 2007.

Tratamento	Ingrediente ativo (i. a.)	Época de aplicação ¹	Classe	Dose	
				g i.a. L ⁻¹	(g ou mL) p.c.ha ⁻¹)
1. Testemunha	.....	.....	.....	.....	.....
2. Uma aplicação – Fosfito	P ₂ O ₅ + K ₂ O	41	Ácido Fosforoso	417 + 282	2000
3. 1ª Aplicação – Fosfito	P ₂ O ₅ + K ₂ O	41	Ácido Fosforoso	417 + 282	2000
2ª Aplicação – Fosfito	P ₂ O ₅ + K ₂ O	60	Ácido Fosforoso	417 + 282	2000
3ª Aplicação – Fungicida	epox. + pirac.	65	Fungicida Sistemico	(50 + 133)	500
4. 1ª Aplicação – Fosfito	P ₂ O ₅ + K ₂ O	41	Ácido Fosforoso	417 + 282	2000
2ª Aplicação – Fosfito + Fungicida	(P ₂ O ₅ + K ₂ O) + (epox. + pirac. ²)	65	Ácido Fosforoso + Fungicida Sistemico	(417 + 282) + (50 + 133)	2000 + 500
5. 1 Aplicação – Fungicida	epox. + pirac.	65	Fungicida sistemico	50 + 133	500
6. 1ª Aplicação – ASM	acibenzolar-S-metil (ASM ³)	41	Fungicida	500	25
2ª Aplicação – ASM	acibenzolar-S-metil	60	Fungicida	500	25
7. 1ª Aplicação – ASM	acibenzolar-S-metil	41	Fungicida	500	25
2ª Aplicação – ASM	acibenzolar-S-metil	60	Fungicida	500	25
3ª Aplicação – Fungicida	epox. + pirac.	65	Fungicida sistemico	50 + 133	500
8. 1ª Aplicação – ASM	acibenzolar-S-metil	41	Fungicida	500	25
2ª Aplicação – ASM+Fungicida	(ASM) + (epox. + pirac.)	65	Fungicida + Fungicida Sistemico	(500) + (50 + 133)	25 + 500

¹Estádio fenológico segundo escala de Zadoks; Chang e Konzak (1974).

²epox. + pirac. corresponde à epoxiconazole + piraclostrobina.

³ASM corresponde à acibenzolar-S-metil.

2.3 FONTES DE FOSFITO E ACIBENZOLAR-S-METIL ISOLADOS E ASSOCIADOS A EPOXICONAZOLE + PIRACLOSTROBINA NO CONTROLE DE OÍDIO E FERRUGEM DA FOLHA

O experimento foi instalado na Fazenda Santa Carlota no município de Palmeira-PR, localizada nas coordenadas de 25° 37' de latitude Sul, longitude de 50° 21' W e altitude de 820 m, durante a safra de 2006.

Na área onde foi instalado o experimento predomina o solo classificado como PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO, textura média, fase campo subtropical e relevo suave ondulado (EMBRAPA, 1999a).

Para o estabelecimento da cultura, três dias antes da semeadura a área foi dessecada com aplicação de glifosato (480 g i.a. L⁻¹). As sementes foram previamente tratadas com imidacloprido na dose de 60 g i.a. para cada 100 Kg de sementes de trigo. A semeadura do trigo foi realizada no dia 07 de julho de 2006, pelo método de semeadura direta sobre a palhada da cultura do milho, com espaçamento entre linhas de 0,17 m e 230 plantas por metro quadrado. A cultivar utilizada foi a Avante, suas características estão descritas no Anexo D.

A adubação de base foi realizada antes da semeadura, constituindo em 330 Kg ha⁻¹ de adubo NPK da fórmula comercial 14-34-00. A adubação em cobertura foi realizada durante o perfilhamento, com 260 Kg ha⁻¹ de NPK da fórmula comercial 25-00-25.

Durante a elongação e a floração foram realizadas aplicações do inseticida lufenuron (5 g i.a. L⁻¹) para controle da lagarta militar (*S. frugiperda*) e lagarta do trigo (*Pseudaletia sequax* Franclemont).

As avaliações de severidade iniciaram em 15 de setembro e terminaram em 24 de outubro de 2006, sendo realizadas semanalmente.

Além das avaliações descritas no item 2.1, foram realizadas avaliações dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e manganês (Mn) presentes nas folhas e avaliação de índice de área foliar (IAF) sobre o dossel da cultura. Na determinação dos teores de N, P, K e Mn, foram coletadas 40 folhas bandeira por parcela conforme metodologia descrita por Raji et al. (1996). As análises foram realizadas no Laboratório de análises Físico-químicas da Fundação ABC. Para digestão de N total foi utilizado o método de combustão de Dumas em analisador Leco® FP-428 e para os demais elementos foi realizada a digestão Nítrico-perclórica (EMBRAPA, 1999b).

O índice de área foliar (IAF) foi mensurado com o auxílio do medidor de radiação solar fotossinteticamente ativa (accuPAR) Ceptomero Linear, realizando duas medições à ± 1 m acima do solo e quatro à $\pm 0,1$ m sobre o solo, durante o período de formação do grão.

Para controle de oídio e da ferrugem da folha foram utilizados dez tratamentos, compostos por quatro diferentes fontes de fosfito (Phytus, Reforce, Staphós e Phytogard Mn), acibenzolar-S-metil (indutor de resistência), epoxiconazole + piraclostrobina (fungicida) e as associações do fungicida ao indutor de resistência, e ao fosfito em duas doses (300 e 400 mL p.c. ha⁻¹), aplicadas duas vezes (no final da alongação e início da antese) como são descritos na Tabela 2.

A colheita foi realizada na área útil das parcelas, colhendo-se nove linhas de quatro metros de forma manual, em oito de novembro de 2006.

Tabela 2 – Tratamentos utilizados para controle de oídio (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) e da ferrugem da folha do trigo (*Puccinia triticina*), produto comercial, ingrediente ativo (i.a.), classe do produto, e doses dos produtos, na cultura do trigo (*Triticum aestivum*), cultivar Avante. Palmeira - PR - Safra 2006.

Tratamentos	Produto comercial	Ingrediente ativo (i.a.)	Classe	Dose	
				g i.a. L ⁻¹	(g ou mL) p.c.ha ⁻¹)
1. Testemunha	Testemunha	.....	.....	.....	.....
2. Fosfito A	Phytus K	P ₂ O ₅ + K ₂ O	Ácido Fosforoso	30 + 20	1500
3. Fosfito B	Reforce	P ₂ O ₅ + K ₂ O	Ácido Fosforoso	30 + 20	1500
4. Fosfito C	Starphós	P ₂ O ₅ + K ₂ O	Ácido Fosforoso	30 + 20	1500
5. Fosfito D	Phytogard Mn	P ₂ O ₅ + Mn	Ácido Fosforoso	30 + 9	1500
6. ASM	Bion	acibenzolar-S-metil (ASM ¹)	Fungicida	500	25
7. Fungicida + Fosfito A	Ópera + Phytus K	(epox. + pirac. ²) + (P ₂ O ₅ + K ₂ O)	Fungicida sistêmico + Ácido fosforoso	(5 + 13,3) + (30 + 20)	300 + 1500
8. Fungicida + Fosfito A	Ópera + Phytus K	(epox. + pirac.) + (P ₂ O ₅ + K ₂ O)	Fungicida sistêmico + Ácido fosforoso	(5 + 13,3) + (30 + 20)	400 + 1500
9. Fungicida + ASM	Ópera + ASM	(epox. + pirac.) + ASM	Fungicida sistêmico + fungicida	(5 + 13,3) + 50	400 + 25
10. Fungicida	Ópera	epox. + pirac.	Fungicida sistêmico	5 + 13,3	500

¹ASM corresponde à acibenzolar-S-metil.

²epox. + pirac. corresponde à epoxiconazole + piraclostrobina.

³Dose de ingrediente ativo em g L⁻¹ e dose de produto comercial em g ou mL ha⁻¹.

2.4 EFEITO DE FOSFITO ISOLADO E ASSOCIADO À EPOXICONAZOLE + PIRACLOSTROBINA EM DIFERENTES ÉPOCAS DE APLICAÇÃO NO CONTROLE DA FERRUGEM DA FOLHA

O experimento foi conduzido no campo experimental da Fundação ABC, no município de Tibagi, localizado nas coordenadas 24° 31' de latitude Sul e longitude 50° 22' W com altitude de 802 m acima do nível do mar, durante a safra de 2007.

O solo segundo a Embrapa (1999a) está classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, apresentando textura argilosa, fase relevo suave ondulado (5-8%).

Para o estabelecimento da cultura, três dias antes da semeadura a área foi dessecada com aplicação da mistura pronta paraquat (400 g i.a. L⁻¹) + diuron (200 g i.a. L⁻¹). As sementes foram previamente tratadas com imidacloprido na dose de 60 g i.a. para cada 100 Kg de sementes de trigo. A semeadura do trigo foi realizada no dia 05 de junho de 2007, pelo método de semeadura direta sobre a palhada de milho, com espaçamento entre linhas de 0,17 m e 300 plantas por metro quadrado, com auxílio de semeadora SHM 15/17. Foi utilizada a cultivar Supera, suas características estão descritas no Anexo C.

A adubação de base foi realizada antes da semeadura, constituindo em 300 Kg ha⁻¹ de adubo NPK da fórmula comercial 08-30-20. A adubação em cobertura foi realizada durante o perfilhamento no estágio 23-24 da escala de Zadoks; Chang e Konzak (1974), com 83,25 kg de nitrogênio.

Aos 28 dias após emergência foi realizada aplicação do herbicida metsulfurom metílico (2,4 g i.a. L⁻¹) + óleo mineral a 0,1% para controle de nabo (*R. raphanistrum*).

As avaliações de severidade iniciaram em 09 de julho e terminaram em 20 de setembro de 2007, sendo realizadas semanalmente.

Para controle de oídio e ferrugem das folhas foram utilizados dez tratamentos a base de fosfito (Phytus K) e fungicidas, Ópera (epoxiconazole + piraclostrobina) e Corbel (fenpropimorfe) em diferentes números e épocas de aplicação. Sendo realizadas uma, duas e três aplicações em diferentes combinações entre fosfitos e fungicidas, as quais estão melhor detalhadas na Tabela 3.

A colheita foi realizada na área útil das parcelas, colhendo-se 9 linhas de quatro metros de forma manual, em nove de outubro de 2007.

Tabela 3 – Tratamentos utilizados para controle da ferrugem da folha de trigo (*Puccinia triticina*), época de aplicação, ingrediente ativo (i.a.), classe do produto, dose em g i.a. L⁻¹ e em p.c. ha⁻¹, na cultura do trigo (*Triticum aestivum*), cultivar Supera. Tibagi - PR – Safra 2007.

Tratamentos	Época de Aplicação ¹	Ingrediente ativo (i. a.)	Classe	Dose	
				g i.a. L ⁻¹	mL p.c. ha ⁻¹
1. Testemunha	.....	.....	.....	.....	.....
2. 1ª Aplicação – Fosfito	32	P ₂ O ₅ + K ₂ O	Ácido fosforoso	417 + 282	2000
2ª Aplicação – Fungicida (Ópera)	62	epox. + pirac. ²	Fungicida Sistêmico	50 + 133	750
3. 1ª Aplicação – Fosfito	62	P ₂ O ₅ + K ₂ O	Ácido fosforoso	417 + 282	2000
2ª Aplicação – Fungicida (Ópera)	66	epox. + pirac.	Fungicida Sistêmico	50 + 133	750
4. 1ª Aplicação – Fosfito	38	P ₂ O ₅ + K ₂ O	Ácido fosforoso	417 + 282	2000
2ª Aplicação – Fungicida (Ópera)	66	epox. + pirac.	Fungicida Sistêmico	50 + 133	750
5. 1ª Aplicação – Fosfito	32	P ₂ O ₅ + K ₂ O	Ácido fosforoso	417 + 282	2000
2ª Aplicação – Fosfito	38	P ₂ O ₅ + K ₂ O	Ácido fosforoso	417 + 282	2000
3ª Aplicação – Fungicida (Ópera)	66	epox. + pirac.	Fungicida Sistêmico	50 + 133	750
6. 1ª Aplicação – Fosfito	38	P ₂ O ₅ + K ₂ O	Ácido fosforoso	417 + 282	2000
2ª Aplicação – Fosfito	62	P ₂ O ₅ + K ₂ O	Ácido fosforoso	417 + 282	2000
3ª Aplicação – Fungicida (Ópera)	66	epox. + pirac.	Fungicida Sistêmico	50 + 133	750
7. 1ª Aplicação – Fosfito	32	P ₂ O ₅ + K ₂ O	Ácido fosforoso	417 + 282	2000
2ª Aplicação – Fosfito	62	P ₂ O ₅ + K ₂ O	Ácido fosforoso	417 + 282	2000
3ª Aplicação – Fungicida (Ópera)	66	epox. + pirac.	Fungicida Sistêmico	50 + 133	750
8. 1ª Aplicação – Fosfito	32	P ₂ O ₅ + K ₂ O	Ácido fosforoso	417 + 282	2000
2ª Aplicação – Fosfito	38	P ₂ O ₅ + K ₂ O	Ácido fosforoso	417 + 282	2000
3ª Aplicação – Fosfito	62	P ₂ O ₅ + K ₂ O	Ácido fosforoso	417 + 282	2000
4ª Aplicação – Fungicida (Ópera)	66	epox. + pirac.	Fungicida Sistêmico	50 + 133	750
9. Uma aplicação – Fungicida (Ópera)	66	epox. + pirac.	Fungicida sistêmico	50 + 133	750
10. 1ª Aplicação – Fungicida (Corbel)	32	Fenpropimorfe	Fungicida sistêmico	750	400
2ª Aplicação – Fungicida Ópera	45	epox. + pirac.	Fungicida sistêmico	50 + 133	500
3ª Aplicação – Fungicida Ópera	66	epox. + pirac.	Fungicida sistêmico	50 + 133	750

¹Estádio fenológico segundo escala de Zadoks; Chang e Konzak (1974).

²epox. + pirac. corresponde à epoxiconazole + piraclostrobina.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE FOSFITO E ACIBENZOLAR-S-METIL ISOLADOS E ASSOCIADOS AO FUNGICIDA EPOXICONAZOLE + PIRACLOSTROBINA NO CONTROLE DE OÍDIO

As condições climáticas ocorridas em Arapoti, durante a realização do experimento foram favoráveis ao desenvolvimento do oídio, conforme o Anexo C. Barros (1985); Hetzler et al. (1991); Mehta (1993) relatam que diversos fatores interferem no estabelecimento e desenvolvimento das epidemias, tais como: condições ambientais, suscetibilidade das cultivares, agressividade dos patógenos e a época do início da infecção. No experimento verificou-se a partir do final de agosto que ocorreu uma redução na umidade relativa, chegando próximo aos 60% e elevação da temperatura média do ar acima dos 16°C, condições ideais para ocorrências de epidemias de oídio segundo Reis e Casa (2007).

Na penúltima (FB-1) e antepenúltima folha (FB-2) a severidade foi maior do que a observada na folha bandeira (FB), provavelmente pela dificuldade de penetração dos tratamentos nestas folhas (Tabela 4).

Na severidade na folha bandeira (Tabela 4), observaram-se que os tratamentos 4, 6 e 8, proporcionaram as menores severidades, embora sejam estatisticamente iguais aos demais tratamentos, com exceção do tratamento 3. Na penúltima folha (FB-1), os tratamentos 5, 6, 7 e 8 foram os que reduziram a severidade em relação ao tratamento 2, onde ocorreu apenas uma aplicação de fosfito e na antepenúltima folha (FB-2), não houve diferença estatística entre os tratamentos.

Tabela 4 – Severidade de oídio (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) observada durante o florescimento, sob efeito das épocas de aplicação de fosfito e acibenzolar-S-metil isolados ou associados ao fungicida epoxiconazole + piraclostrobina na cultura do trigo (*Triticum aestivum*), cultivar BRS 208. Arapoti – PR - Safra 2007.

Tratamento	Época de aplicação ¹	Severidade		
		FB ²	FB-1 ³	FB-2 ⁴
1. Testemunha	.....	1,4 ab ^{6*}	3,1 bc	3,8 a
2. Uma aplicação – Fosfito	41	1,9 ab	6,5 a	4,5 a
3. 1ª Aplicação – Fosfito	41			
2ª Aplicação – Fosfito	60			
3ª Aplicação – Fungicida	65	3,2 a	5,2 ab	3,5 a
4. 1ª Aplicação – Fosfito	41			
2ª Aplicação – Fosfito + Fungicida	65	1,3 b	5,3 ab	4,4 a
5. 1 Aplicação – Fungicida	65	1,4 ab	3,2 bc	4,1 a
6. 1ª Aplicação – ASM ⁵	41			
2ª Aplicação – ASM	60	1,2 b	1,8 c	1,9 a
7. 1ª Aplicação – ASM	41			
2ª Aplicação – ASM	60			
3ª Aplicação – Fungicida	65	1,7 ab	3,4 bc	4,2 a
8. 1ª Aplicação – ASM	41			
2ª Aplicação – ASM + Fungicida	65	0,8 b	3,1 bc	4,2 a
C. V. (%)		46,7	45,5	53,1

¹Estádio fenológico segundo escala de Zadoks; Chang e Konzak (1974).

²FB corresponde à folha bandeira (última folha).

³FB-1 corresponde à penúltima folha.

⁴FB-2 corresponde à antepenúltima folha.

⁵ASM corresponde à acibenzolar-S-metil.

⁶Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. C.V.: Coeficiente de Variação.

* Dados originais, para análise os dados foram transformados em $\arcsin \sqrt{x/100}$.

Os resultados dos dados das áreas abaixo da curva de progresso do oídio (AACP) em folha bandeira e em planta inteira (Tabela 5), principalmente a AACP em planta inteira, demonstram quais tratamentos foram eficientes. Aplicações de ASM sobre lesões de oídio, independente da adição do fungicida controlaram a doença, sendo estatisticamente similares aos tratamentos com fungicida, demonstrando um efeito curativo do ASM sobre o oídio. Estes resultados discordam de Dallagnol et al.

(2006b) que quando avaliou o efeito de ASM, isolado e associado a fungicidas para controle das doenças foliares da soja, constatou aumento na eficiência de controle das doenças foliares apenas quando o ASM foi aplicado antes do surgimento dos sintomas da doença, e sendo aplicado associado a fungicidas.

O fungicida reduziu a área abaixo da curva de progresso do oídio em folha bandeira, mas não diferiu estatisticamente dos tratamentos que receberam aplicações de fosfito e de fungicida, em mistura ou separadamente, agindo curativamente como o ASM.

Os tratamentos que receberam aplicações de fosfitos (2 e 3) apresentaram AACP em folha bandeira estatisticamente igual à testemunha, não apresentando controle. Entre os tratamentos que receberam aplicação de fosfito, o tratamento 4 apresentou o melhor desempenho, sendo similar aos tratamentos que receberam aplicações de ASM (5, 6 e 7). Na AACP em planta inteira o tratamento 2 foi igual a testemunha, já os tratamentos 3 e 4 apresentaram controle intermediário, pois foram similares a testemunha e ao tratamento que recebeu apenas uma aplicação de fungicida (tratamento 5).

Os componentes de rendimento não foram afetados pelos tratamentos (Tabela 6), no entanto, baixos níveis de doença podem reduzir os rendimentos (BOWEN; EVERTS; LEATH, 1991; EVERTS; LEATH, 1992).

A diminuição do rendimento está melhor relacionada com a gravidade da doença durante o florescimento e emborrachamento. Segundo Costamilan (2008), os principais componentes de rendimento afetados são o número de espigas por área (quando a doença ocorre em estádios iniciais de desenvolvimento de plantas), o número de grãos por espiga e o tamanho de grãos, em fases mais tardias, quando a intensidade da doença é alta.

Tabela 5 – Área abaixo da curva de progresso (AACP) do oídio (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*), em folha bandeira, em planta inteira, sob efeito das épocas de aplicação de fosfito e acibenzolar-S-metil isolados ou associados ao fungicida epoxiconazole + piraclostrobina na cultura do trigo na cultura do trigo (*Triticum aestivum*), cultivar BRS 208. Arapotí – PR – Safra 2007.

Tratamento	Época de aplicação ¹	AACP	
		Folha Bandeira	Planta Inteira
1. Testemunha	.....	104,3 a ³	123,8 ab
2. Uma aplicação – Fosfito	41	122,6 a	158,2 ab
3. 1ª Aplicação – Fosfito	41		
2ª Aplicação – Fosfito	60		
3ª Aplicação – Fungicida	65	75,6 ab	90,8 bc
4. 1ª Aplicação – Fosfito	41		
2ª Aplicação – Fosfito + Fungicida	65	65,3 bc	90,6 bc
5. Uma aplicação – Fungicida	65	54,0 bcd	84,1 cd
6. 1ª Aplicação – ASM ²	41		
2ª Aplicação – ASM	60	30,6 cd	41,1 d
7. 1ª Aplicação – ASM	41		
2ª Aplicação – ASM	60		
3ª Aplicação – Fungicida	65	32,8 cd	48,8 d
8. 1ª Aplicação – ASM	41		
2ª Aplicação – ASM + Fungicida	65	23,5 d	49, d
C. V. (%)		22,9	19,7

¹Estádio fenológico segundo escala de Zadoks; Chang e Konzak (1974).

²ASM corresponde à acibenzolar-S-metil.

³Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. C.V.: Coeficiente de Variação.

O tratamento que proporcionou o maior rendimento da cultura foi o que recebeu apenas a aplicação do fungicida epoxiconazole + piraclostrobina (Tabela 6), sendo estatisticamente diferente da testemunha e do tratamento que recebeu apenas aplicações de fosfito (tratamentos 1 e 2, respectivamente). Os demais tratamentos proporcionaram rendimento intermediário ao apresentado pela testemunha e pelo fungicida. Não foram observadas reduções e ou aumento de rendimento sempre que o ASM foi acrescido pelo fungicida. Resultados de McKenzie

(2001) discordam ao dizer que o ASM quando incluído como parte integral do programa de manejo de culturas, não melhora apenas o controle de doenças, mas aumenta o rendimento.

Tabela 6 – Efeito das épocas de aplicação de fosfito e acibenzolar-S-metil isolados e associados ao fungicida epoxiconazole + piraclostrobina sobre o número total de plantas em um metro (NTP), número de perfilhos por planta (NPEP), altura média de planta (AMP), altura média de espiga (AME), número de espiguetas por espiga (NEG), número de grãos por espiga (NGEG), número de grãos por espiguetas (NGET), número de espigas por metro (ESM), peso hectolitro (PH) e rendimento (REN), na cultura do trigo, cultivar BRS 208. Arapoti – PR – Safra 2007.

Tratamentos	Época de Aplicação ¹	NTP	NPEP	AMP (cm)	AME (cm)	NEG	NGEG	NGET	ESM	PH	REN
1. Testemunha	.....	70 ^{ns}	2 ^{ns}	71,4 ^{ns}	5,9 ^{ns}	11 ^{ns}	24 ^{ns}	2 ^{ns}	169 ^{ns}	80,5 ^{ns}	2592 a ³
2. Uma aplicação – Fosfito	41	65	2	76,7	6,0	11	26	2	176	80,3	2605 a
3. 1ª Aplicação – Fosfito	41										
2ª Aplicação – Fosfito	60										
3ª Aplicação – Fungicida	65	70	2	74,1	5,9	11	27	2	195	80,0	2806 ab
4. 1ª Aplicação – Fosfito	41										
2ª Aplicação – Fosfito + Fungicida	65	72	2	77,4	5,4	11	25	2	196	80,7	2878 ab
5. Uma aplicação – Fungicida	65	69	2	77,9	6,3	12	26	2	166	81,1	2931 b
6. 1ª Aplicação – ASM ²	41										
2ª Aplicação – ASM	60	64	2	74,5	5,8	11	23	2	179	80,6	2837 ab
7. 1ª Aplicação – ASM	41										
2ª Aplicação – ASM	60										
3ª Aplicação – Fosfito	65	67	2	78,2	5,6	11	25	2	174	80,4	2797 ab
8. 1ª Aplicação – ASM	41										
2ª Aplicação – ASM + Fungicida	65	74	2	73,9	6,0	11	24	2	209	80,5	2815 ab
C. V. (%)		10,7	17,4	6,1	7,5	6,1	8,2	5,0	17,9	0,7	4,2

¹Estádio fenológico segundo escala de Zadoks; Chang e Konzak (1974).

²ASM corresponde à acibenzolar-S-metil.

³Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ^{ns} corresponde a não significativo. C.V.:Coeficiente de Variação.

3.2 FONTES DE FOSFITO E ACIBENZOLAR-S-METIL ISOLADOS E ASSOCIADOS AO EPOXICONAZOLE + PIRACLOSTROBINA NO CONTROLE DE OÍDIO E FERRUGEM DA FOLHA

Nas áreas abaixo da curva de progresso da ferrugem em folha bandeira e em planta inteira (Tabela 7), o controle eficaz foi proporcionado pelos tratamentos que receberam aplicações de fungicida. Os tratamentos com fosfitos e ASM apresentaram controle intermediário entre o fungicida e a testemunha. Resultados semelhantes foram encontrados por Costa, Zambolim e Rodrigues (2007), quando testaram ASM misturado ao fungicida piraclostrobina + azoxistrobina, obtendo controle significativo da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk & Br). Os mesmos autores afirmam que o resultado deve-se mais ao efeito da estrobirulina presente no fungicida, do que do próprio efeito do ASM. De acordo com Margot et al. (1998) as estrobirulinas exercem um efeito positivo no controle de alguns Basidiomycotas. Hammerschmidt et al. (2001) afirma que o ASM é um indutor químico de resistência sistêmica adquirida, desenvolvido principalmente para proteger a cevada contra o ataque ao oídio (*B. graminis* f. sp. *tritici*).

Os tratamentos com fosfitos A, B, C e D, foram estatisticamente iguais à testemunha na área abaixo da curva de progresso da ferrugem em folha bandeira, já na área abaixo da curva de progresso da ferrugem em planta inteira com exceção do fosfito C, os demais fosfitos também foram estatisticamente iguais a testemunha.

Os tratamentos com aplicação de fungicida proporcionaram o melhor controle, seguido pelo ASM, que apresentou controle intermediário ao fungicida e a testemunha na área abaixo da curva de progresso do oídio em folha bandeira e em planta inteira. Os tratamentos onde foram aplicados os fosfitos A, B, C e D, não apresentam efeito sobre o oídio. Wordell Filho, Martins e Stadnik (2007) testando

fosfito de potássio também observaram que não houve redução da AACP do míldio em cebola (*Peronospora destructor*).

Tabela 7 – Área abaixo da curva de progresso da ferrugem (*Puccinia triticina*) e do oídio (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*), em folha bandeira e em planta inteira, sob efeito de fontes de fosfitos e acibenzolar-S-metil isolados e associados ao epoxiconazole + piraclostrobina na cultura do trigo (*Triticum aestivum*), cultivar Avante. Palmeira – PR - Safra 2006.

Tratamentos	Dose ⁴	Ferrugem		Oídio	
		Folha Bandeira	Planta Inteira	Folha Bandeira	Planta Inteira
1. Testemunha	.....	750,1 ab ¹	784,5 ab	190,5 a ¹	186,0 b
2. Fosfito A	1500	630,7 b	730,5 bc	208,9 a	227,4 ab
3. Fosfito B	1500	762,7 a	793,4 a	247,6 a	263,4 a
4. Fosfito C	1500	677,6 ab	682,2 cd	178,2 a	197,2 b
5. Fosfito D	1500	667,2 b	735,8 abc	168,6 a	201,4 ab
6. ASM ²	25	521,7 c	534,9 d	91,1 b	96,1 c
7. Fungicida ³ + Fosfito A	300 + 1500	46,4 d	53,7 e	14,1 c	20,9 d
8. Fungicida + Fosfito A	400 + 1500	15,1 d	16,4 e	8,7 c	10,5 d
9. Fungicida + ASM	400 + 25	22,3 d	25,3 e	7,4 c	8,9 d
10. Fungicida	500	13,8 d	14,6 e	5,3 c	8,7 d
C.V. (%)		12,5	14,1	15,5	13,9

¹Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. C.V.: Coeficiente de Variação.

²ASM corresponde à acibenzolar-S-metil.

³Fungicida corresponde ao fungicida a base de epoxiconazole + piraclostrobina.

⁴Dose do produto comercial em g ou mL ha⁻¹.

Os teores dos macronutrientes, P e K, não foram alterados com as aplicações dos fosfitos (Tabela 8). De acordo com Malavolta (1992) os teores do nitrogênio e do fósforo estão adequados, e o teor de potássio está médio para a cultura do trigo. Já o teor de manganês (Mn) com a aplicação de fosfito D foi alterado, ficando acima dos teores médios relacionados por Borkert, Pavan e Bataglia (2001), demonstrando que aplicações com fosfito D podem prejudicar a planta. Isto se deve ao fato de o Mn ser um micronutriente pouco móvel e durante o ciclo da cultura seus teores aumentam naturalmente, podendo resultar em deficiência de ferro devido a efeitos de competição (ESPTEIN, 1972; LAMB, 1967). Embora os teores de Mn tenham sido elevados não houve sintomas de toxicidade e de variações/reduções nos teores de P e K, discordando de Camargo e Oliveira

(1983) que obtiveram redução nas concentrações de K e variações nas concentrações de P quando aumentaram o teor de Mn nas folhas.

Tabela 8 – Teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e manganês (Mn) presentes na folha bandeira no período de formação de grãos, sob efeito de fontes de fosfito e acibenzolar-S-metil isolados e associados ao epoxiconazole + piraclostrobina na cultura do trigo (*Triticum aestivum*), cultivar Avante. Palmeira – PR - Safra 2006.

Tratamentos	Dose ⁴	N	P	K	Mn
		(g Kg ⁻¹)			(mg Kg ⁻¹)
1. Testemunha	.....	40,73 ^{ns}	3,43 ^{ns}	19,23 ^{ns}	60,50 b
2. Fosfito A	1500	41,33	3,67	20,57	60,17 b
3. Fosfito B	1500	41,43	3,50	18,87	53,87 b
4. Fosfito C	1500	40,43	3,47	17,97	41,73 b
5. Fosfito D	1500	40,63	3,67	19,03	157,43 a
6. ASM	25	39,53	3,33	18,67	48,77 b
7. Fungicida + Fosfito A	300 + 1500	40,17	3,47	20,43	53,13 b
8. Fungicida + Fosfito A	400 + 1500	41,50	3,37	20,03	71,63 b
9. Fungicida + ASM	400 + 25	40,73	3,40	18,57	53,10 b
10. Fungicida	500	41,00	3,23	18,50	55,87 b
C.V. (%)		3,06	4,89	9,0	24,18

¹Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ^{ns} corresponde a não significativo. C.V.: Coeficiente de Variação

²ASM corresponde à acibenzolar-S-metil.

³Fungicida corresponde à epoxiconazole + piraclostrobina

⁴Dose do produto comercial em g ou mL ha⁻¹.

Os maiores índices de área foliar (IAF), que se refere à área de folhas existente dentro de uma determinada área de solo ocupada pela planta (m² folhas/m² solo) (RODRIGUES, 1985) (Tabela 9) foram obtidos nos tratamentos a base de epoxiconazole + piraclostrobina isolados ou em mistura com fosfito A e ASM. Os menores índices de área foliar foram observados com os fosfitos e com ASM isolados. Este resultado se repete nos componentes de produção, provavelmente isso se deva ao fato do trigo ser altamente dependente da duração da área foliar e do índice de área foliar. Heinemann et al. (2006) observaram produção de grãos se correlacionando significativamente com a eficiência de uso da radiação, índice de área foliar e biomassa durante o período de antese. Segundo Borrás; Slafer e Otegui (2004) embora a cultura do trigo possa suportar algum grau de limitação, em função da redução da superfície de intersecção de luz, em condição de estresse, a massa

da matéria seca dos grãos não muda na mesma proporção que as mudanças impostas na superfície de interceptação de luz, ou seja, a massa da matéria seca dos grãos responde marginalmente a mudanças ocorridas na fotossíntese durante seu enchimento de grãos.

Durante a realização do experimento, várias doenças incidiram sobre a cultivar Avante, que é suscetível a maioria das doenças foliares, reduzindo o potencial produtivo da cultivar como pode ser observado na Tabela 9, que é superior aos 4000 kg ha⁻¹ (OR SEMENTES, 2001). Segundo Barros; Castro e Patrício, (2006) sob condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento de epidemias e genótipo suscetível, epidemias podem ocorrer e causar prejuízos consideráveis, principalmente pelas doenças que incidem na parte aérea, sendo agravados quando várias doenças incidem simultaneamente na lavoura.

O tratamento que recebeu apenas uma aplicação do fungicida na dose de 500 mL p.c. ha⁻¹ proporcionou a maior produtividade, seguido pela associação entre o fungicida nas doses de 300 e 400 mL p.c. ha⁻¹ e o fosfito (Tabela 9).

O uso dos fosfitos isolado não proporciona aumento em produtividade, e em seus componentes, como no peso de mil sementes (PMS) e peso hectolitro (PH), concordando com diversos autores (WRIGHT; PEÑA, 2002; JOHNSON; INGLIS; MILLER, 2004; NEVES, 2006; WORDELL FILHO; MARTINS; STADNIK; 2007). Nascimento (2008) estudando o efeito de fontes de fosfitos e ASM no controle da mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye) e produtividade da cultura do tomate, obteve redução da doença quando utilizou o fosfito Nutriphite, mas não obteve ganho em produção. Segundo Mcdonald; Grant e Plaxton (2001) a participação do ácido fosforoso nas fases do metabolismo do fósforo é pequena, podendo ter pequeno ou nenhum efeito sobre a produtividade.

Tabela 9 – Peso hectolitro (PH), peso de mil sementes (PMS), rendimento (REN) e índice de área foliar (IAF), obtidos após aplicação de fontes de fosfitos e acibenzolar-S-metil isolados e associados ao epoxiconazole + piraclostrobina na cultura do trigo (*Triticum aestivum*), cultivar Avante. Palmeira – PR – Safra 2006.

Tratamentos	Dose ⁴	PH (g)	PMS (g)	REN (kg ha ⁻¹)	IAF
1. Testemunha	.....	67,75 d ¹	29,68 bc	2425,33 bcd	2,52 cd
2. Fosfito A	1500	68,93 bcd	30,53 abc	2398,50 bcd	2,72 bcd
3. Fosfito B	1500	66,95 d	28,33 c	2094,60 d	2,37 d
4. Fosfito C	1500	68,33 cd	29,48 bc	2191,67 d	2,49 d
5. Fosfito D	1500	68,30 cd	29,83 bc	2345,03 cd	2,64 bcd
6. ASM	25	70,98 abc	31,25 abc	2473,40 abcd	2,68 bcd
7. Fungicida + Fosfito A	300 + 1500	72,03 a	33,50 a	3120,75 abc	3,18 a
8. Fungicida + Fosfito A	400 + 1500	73,88 a	32,95 ab	3282,50 ab	2,92 abc
9. Fungicida + ASM	400 + 25	71,25 ab	33,63 a	3278,53 ab	3,03 ab
10. Fungicida	500	73,30 a	33,53 a	3368,53 a	3,04 ab
C.V. (%)		1,71	4,72	12,86	6,50

¹Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. C.V.: Coeficiente de Variação.

²ASM corresponde à acibenzolar-S-metil.

³Fungicida corresponde à epoxiconazole + piraclostrobina.

⁴Dose do produto comercial em g ou mL ha⁻¹.

3.3 EFEITO DE FOSFITOS ISOLADO E ASSOCIADO AO EPOXICONAZOLE + PIRACLOSTROBINA EM DIFERENTES ÉPOCAS DE APLICAÇÃO NO CONTROLE DA FERRUGEM DA FOLHA

Os primeiros sintomas de ferrugem da folha foram observados durante a alongação. Durante o florescimento a severidade da doença chegaram à 76,1% na testemunha (Tabela 10).

Na avaliação de severidade durante o florescimento (Tabela 10) observou-se que todos os tratamentos diferem da testemunha. O tratamento padrão (tratamento 10), com três aplicações de fungicida proporcionou o maior controle da ferrugem da folha do trigo. O tratamento com apenas uma aplicação de fungicida (tratamento 9) apresentou controle similar ao apresentado pelos tratamentos com aplicação de fosfitos (2, 3, 4, 5, 7, e 8). As parcelas tratadas com aplicações de fosfito reduziram a severidade em $\pm 30\%$.

Tabela 10– Severidade (%) de ferrugem da folha (*Puccinia triticina*) ocorrida no início do florescimento, grão leitoso inicial e final, sob o efeito de fosfito isolado e associado ao epoxiconazole + piraclostrobina em diferentes épocas de aplicação na cultura do trigo (*Triticum aestivum*), cultivar Supera. Tibagi – PR – Safra 2007.

Tratamentos	Época de Aplicação ¹	Severidade (%)*		
		Florescimento	Grão leitoso inicial	Grão leitoso final
1. Testemunha	.....	76,1 a ²	70,6 a	75,5 a
2. 1ª Aplicação – Fosfito	32			
2ª Aplicação – Fungicida (Ópera)	62	51,6 bcd	42,8 cd	12,4 cd
3. 1ª Aplicação – Fosfito	62			
2ª Aplicação – Fungicida (Ópera)	66	58,7 b	48,3 bcd	17,4 bc
4. 1ª Aplicação – Fosfito	38			
2ª Aplicação – Fungicida (Ópera)	66	46,2 cd	46,2 bcd	12,0 cd
5. 1ª Aplicação – Fosfito	32			
2ª Aplicação – Fosfito	38			
3ª Aplicação – Fungicida (Ópera)	66	54,4 bcd	35,7 d	28,7 b
6. 1ª Aplicação – Fosfito	38			
2ª Aplicação – Fosfito	62			
3ª Aplicação – Fungicida (Ópera)	66	42,9 d	45,9 bcd	11,5 cd
7. 1ª Aplicação – Fosfito	32			
2ª Aplicação – Fosfito	62			
3ª Aplicação – Fungicida (Ópera)	66	51,4 bcd	39,9 cd	19,1 bc
8. 1ª Aplicação – Fosfito	32			
2ª Aplicação – Fosfito	38			
3ª Aplicação – Fosfito	62			
4ª Aplicação – Fungicida (Ópera)	66	50,0 bcd	58,1 abc	19,8 bc
9. Uma aplicação – Fungicida (Ópera)	66	56,1 bc	52,9 bc	4,9 d
10. 1ª Aplicação – Fungicida (Corbel)	32			
2ª Aplicação – Fungicida Ópera	45			
3ª Aplicação – Fungicida Ópera	66	5,1 e	1,8 e	1,2 d
C. V. (%)		24,3	37,0	54,2

¹Estádio fenológico segundo escala de Zadoks; Chang e Konzak (1974).

²Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. C.V.: Coeficiente de Variação. * Dados originais, para análise os dados foram transformados em $\arcsin \sqrt{x/100}$.

Segundo Chester (1946), grandes perdas podem ocorrer se forem observadas epidemias severas na folha bandeira antes do florescimento. Sendo que com temperaturas acima de 20°C, a epidemia de ferrugem, torna-se mais severa, pois nestas condições a esporulação do fungo é maior, ocorrendo novos ciclos da doença em períodos inferiores a dez dias. Podendo ser produzidos 3000 esporos por urédia ao dia e havendo folhas vivas este nível de produção de esporos pode

continuar durante três semanas ou mais, já que o agente causal da ferrugem é um patógeno biotrófico (CHESTER, 1946; STUBBS et al., 1986).

Nas avaliações realizadas durante o enchimento de grãos (avaliação de grão leitoso inicial e final), houve redução na severidade. Provavelmente ocasionada pelo efeito da aplicação do fungicida em todos os tratamentos.

Na avaliação de grão leitoso inicial todos os tratamentos, com exceção do tratamento 8, diferiram da testemunha (Tabela 10). O tratamento 10, com três aplicações de fungicida proporcionou o melhor controle da ferrugem da folha. Entre os fosfitos com uma e duas aplicações não houve diferença estatística. O tratamento 8, com três aplicações de fosfitos apresentaram desempenho similar ao da testemunha e dos demais tratamentos com aplicações de fosfitos no controle da ferrugem da folha.

Na avaliação de grão leitoso final houve uma maior redução da severidade, provavelmente pelo maior efeito residual da aplicação do fungicida epoxiconazole + piraclostrobina no estágio fenológico de antese (Tabela 10). Observa-se ainda que o controle da ferrugem da folha foi proporcionado pelos tratamentos 2, 4, 6, 9 e 10, todos com a última aplicação de fungicida. Foi possível observar um maior efeito residual no tratamento 9, com apenas uma aplicação do fungicida epoxiconazole + piraclostrobina, pois na avaliação na fase de grão leitoso inicial este tratamento apresentava 52,9% de severidade e na fase de grão leitoso final avaliação apresentava 4,9% de severidade. Nos tratamentos que receberam aplicação de fosfito não houve diferença estatística.

Na área abaixo da curva de progresso da ferrugem (AACP) em folha bandeira e em planta inteira (Tabela 11), observam-se que todos os tratamentos diferiram significativamente da testemunha.

Tabela 11 – Área abaixo da curva de progresso (AACP) da ferrugem da folha (*Puccinia triticina*) em folha bandeira, em planta inteira, sob o efeito de fosfito isolado e associado ao epoxiconazole + piraclostrobina em diferentes épocas de aplicação na cultura do trigo (*Triticum aestivum*), cultivar Supera. Tibagi – PR – Safra 2007

Tratamentos	Época de Aplicação ¹	AACP	
		Folha Bandeira	Planta Inteira
1. Testemunha	.....	1739 a ²	1683 a
2. 1ª Aplicação – Fosfito	32		
2ª Aplicação – Fungicida (Ópera)	62	960 c	957 c
3. 1ª Aplicação – Fosfito	62		
2ª Aplicação – Fungicida (Ópera)	66	1184 b	1193 b
4. 1ª Aplicação – Fosfito	38		
2ª Aplicação – Fungicida (Ópera)	66	949 c	968 c
5. 1ª Aplicação – Fosfito	32		
2ª Aplicação – Fosfito	38		
3ª Aplicação – Fungicida (Ópera)	66	994 bc	1055 bc
6. 1ª Aplicação – Fosfito	32		
2ª Aplicação – Fosfito	38		
3ª Aplicação – Fungicida (Ópera)	66	972 bc	1072 bc
7. 1ª Aplicação – Fosfito	32		
2ª Aplicação – Fosfito	62		
3ª Aplicação – Fungicida (Ópera)	66	929 c	975 c
8. 1ª Aplicação – Fosfito	32		
2ª Aplicação – Fosfito	38		
3ª Aplicação – Fosfito	62		
4ª Aplicação – Fungicida (Ópera)	66	1117 bc	1127 bc
9. Uma aplicação – Fungicida (Ópera)	66	1110 bc	1109 bc
10. 1ª Aplicação – Fungicida (Corbel)	32		
2ª Aplicação – Fungicida Ópera	45		
3ª Aplicação – Fungicida Ópera	66	71 d	180 d
C. V. (%)		18,5	17,6

¹Estádio fenológico segundo escala de Zadoks; Chang e Konzak (1974).

²Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. C.V.: Coeficiente de Variação

O tratamento 10, que recebeu três aplicações de fungicidas, proporcionou a menor AACP em folha bandeira e em planta inteira (Tabela 11). Com exceção do tratamento 3, os demais tratamentos que receberam uma, duas e três aplicação de fosfito (2, 4, 5, 6, 7 e 8) e o tratamento com apenas uma aplicação de fungicida (9) apresentaram comportamento similar. Estes tratamentos (3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9) reduziram a AACP em folha bandeira e em planta inteira, mas não foram eficazes.

Segundo a OR Sementes (2001), o potencial produtivo da cultivar Supera varia de 3500 a 7000 kg ha⁻¹, essa faixa de produção foi observada apenas no tratamento 10 com três aplicações de fungicidas (Tabela 12). Os demais tratamentos não afetaram a produtividade. Nos componentes de rendimento, constatou-se incremento no número total de plantas (NTP) proporcionado pelos tratamentos 5, 8, 9 e 10. Com exceção do tratamento 3, no número de espigas por metro (ESM) e do tratamento 1, no peso hectolitro (PH) todos os tratamentos proporcionaram incremento nestes parâmetros, os demais componentes de rendimento não foram afetados pelos tratamentos (Tabela 12). Vários autores mostraram diferentes respostas de cultivares de trigo ao tratamento químico (BARROS, 1988; FERNANDES et al., 1980; GIORDANI; NETO, 1986), sendo as mais suscetíveis, especialmente à ferrugem da folha, as que freqüentemente apresentam os maiores ganhos em produtividade após a aplicação de fungicidas (BARROS, 1988; FERNANDES et al., 1980; GIORDANI; NETO, 1986). Como observado por Navarini et al. (2005) no experimento realizado com várias cultivares, a cultivar OR 1 (suscetível a ferrugem da folha) apresentou a maior diferença no rendimento de grãos quando comparado a testemunha, em decorrência da maior efetividade do tratamento químico.

Tabela 12 – Número total de plantas em um metro (NTP), número de perfilhos por planta (NPEP), altura média de planta (AMP), altura média de espiga (AME), número de espiguetas por espiga (NEG), número de grãos por espiga (NGEG), número de grãos por espiguetas (NGET), número de espigas por metro (ESM), peso hectolitro (PH), rendimento (REN) sob o efeito de fosfitos associados e isolados à fungicidas em diferentes épocas de aplicação na cultura do trigo (*Triticum aestivum*). Cultivar Supera. Tibagi – PR – Safra 2007.

Tratamentos	Época de Aplicação ¹	NTP	NPEP	AMP (cm)	AME (cm)	NEG	NGEG	NGET	ESM	PH	REN (Kg ha ⁻¹)
1. Testemunha	.....	93 ab ²	2 a	71,5 a	6,0 a	12 a	25 a	2 a	287 ab	78,1 c	2554 b
2. 1ª Aplicação – Fosfito	32										
2ª Aplicação – Fungicida (Ópera)	62	89 b	2 a	66,6 a	6,0 a	11 a	22 a	2 a	250 ab	80,7 ab	2935 b
3. 1ª Aplicação – Fosfito	62										
2ª Aplicação – Fungicida (Ópera)	66	88 b	3 a	71,4 a	5,6 a	11 a	23 a	2 a	306 a	79,9 ab	2944 b
4. 1ª Aplicação – Fosfito	38										
2ª Aplicação – Fungicida (Ópera)	66	87 b	2 a	68,4 a	5,7 a	11 a	23 a	2 a	262 ab	80,0 ab	2978 b
5. 1ª Aplicação – Fosfito	32										
2ª Aplicação – Fosfito	38										
3ª Aplicação – Fungicida (Ópera)	66	136 a	2 a	68,6 a	5,8 a	11 a	23 a	2 a	393 ab	79,8 b	3043 b
6. 1ª Aplicação – Fosfito	32										
2ª Aplicação – Fosfito	38										
3ª Aplicação – Fungicida (Ópera)	66	82 b	2 a	67,0 a	5,7 a	11 a	22 a	2 a	221 b	80,3 ab	2999 b
7. 1ª Aplicação – Fosfito	32										
2ª Aplicação – Fosfito	62										
3ª Aplicação – Fungicida (Ópera)	66	75 b	2 a	69,6 a	6,1 a	12 a	25 a	2 a	238 ab	79,8 b	2803 b
8. 1ª Aplicação – Fosfito	32										
2ª Aplicação – Fosfito	38										
3ª Aplicação – Fosfito	62										
4ª Aplicação – Fungicida (Ópera)	66	102 ab	2 a	70,8 a	5,8 a	12 a	24 a	2 a	315 ab	80,4 ab	2877 b
9. Uma aplicação – Fungicida (Ópera)	66	95 ab	2 a	68,5 a	6,2 a	12 a	24 a	2 a	284 ab	80,3 ab	2883 b
10. 1ª Aplicação – Fungicida (Corbel)	32										
2ª Aplicação – Fungicida Ópera	45										
3ª Aplicação – Fungicida Ópera	66	97 ab	2 a	68,6 a	6,2 a	12 a	25 a	2 a	292 ab	81,3 a	4067 a
C. V. (%)		19,5	15,1	5,2	7,6	5,5	10,1	6,5	10,3	0,8	7,1

¹Estádio fenológico segundo escala de Zadoks; Chang e Konzak (1974). ²Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. C.V.: Coeficiente de Variação

4. CONCLUSÃO

4.1 ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE FOSFITO E ACINBEZOLAR – S - METIL ISOLADOS E ASSOCIADOS AO FUNGICIDA EPOXICONAZOLE + PIRACLOSTROBINA NO CONTROLE DE OÍDIO

Aplicações de fosfito isolado ou associado ao fungicida epoxiconazole + piraclostrobina em diferentes épocas não possuem efeito sobre o oídio.

Acibenzolar-S-metil isolado ou associado ao fungicida controla o oídio.

Fosfitos e acibenzolar-S-metil não aumentam a produtividade.

4.2 FONTES DE FOSFITO E ACIBENZOLAR-S-METIL ISOLADOS E ASSOCIADOS AO EPOXICONAZOLE + PIRACLOSTROBINA NO CONTROLE DE OÍDIO E FERRUGEM DA FOLHA

As fontes de fosfito não possuem ação sobre a ferrugem da folha e o oídio.

Os tratamentos a base de epoxiconazole + piraclostrobina com ou sem associação com os fosfitos, apresentam os menores valores de área abaixo da curva de progresso do oídio e da ferrugem da folha.

Oídio e ferrugem são controláveis por acibenzolar-S-metil isoladamente ou em associação com fungicidas.

O uso de fosfitos a base de potássio não alteram os teores de macronutrientes, fosfito a base de manganês eleva o teor de manganês presente nas plantas.

4.3 EFEITO DE FOSFITO ISOLADO E ASSOCIADO AO EPOXICONAZOLE + PIRACLOSTROBINA EM DIFERENTES ÉPOCAS DE APLICAÇÃO NO CONTROLE DA FERRUGEM DA FOLHA

Aplicações com fenpropimorfe na elongação e epoxiconazole + piraclostrobina no emborrachamento e no florescimento controlam epidemias de ferrugem da folha.

Fosfitos isolados ou associados ao fungicida a base de epoxiconazole + piraclostrobina não controlam a ferrugem da folha do trigo.

Fosfitos isolados não alteram os componentes de rendimento.

Faz-se necessário a repetição deste trabalho, com aplicação de fosfito durante o emborrachamento e aplicação de epoxiconazole + piraclostrobina no início da antese, para averiguação de diferentes respostas, as quais não foram possíveis com a realização deste trabalho.

CAPÍTULO II

AÇÃO DE FOSFITOS SOBRE PATÓGENOS NECROTRÓFICOS NA CULTURA DO TRIGO

RESUMO

O trigo (*Triticum aestivum*) é o principal cereal de inverno cultivado na região Sul do país principalmente na região dos Campos Gerais no Paraná. Nesta região o principal sistema de plantio é o plantio direto na palha. Este sistema permite a formação de um microclima favorável ao desenvolvimento de diversos patógenos que atacam o trigo. Dentre eles estão os fungos necrotróficos, agentes da mancha amarela (*Drechslera tritici-repentis*) e da mancha marrom (*Bipolaris sorokiniana*). Tendo em vista este problema, o presente trabalho objetivou o controle das manchas marrom e amarela, através do uso de fosfito e acibenzolar-S-metil isoladamente ou em associação com fungicida epoxiconazole + piraclostrobina. Para tanto foram realizados três experimentos: 1º experimento - fosfitos e fungicida em seis concentrações *in vitro* sobre o crescimento micelial e germinação de conídios de *Bipolaris sorokiniana*; 2º experimento - fontes de fosfito e acibenzolar-S-metil isoladamente e associados ao epoxiconazole + piraclostrobina no controle das manchas foliares do trigo em Palmeira, com a cultivar Avante; 3º experimento - doses de fosfito e número de aplicações de fungicidas no controle das manchas foliares do trigo em Castro, com a cultivar Supera. O experimento 1 foi delineado inteiramente casualizado, em esquema fatorial (6 x 3) com quatro repetições, cada parcela foi composta por uma placa de Petri (crescimento micelial) e por uma lâmina de vidro (germinação de conídios). Os experimentos 2 e 3 foram delineados em bloco ao acaso, com quatro repetições, sendo cada parcela constituída por 17 linhas de semeadura espaçadas em 0,17 m, com dimensões de 2,89 x 5,0 m cada. Foram avaliados: No 1º experimento - Avaliou-se o crescimento micelial e a germinação de conídios de *Bipolaris sorokiniana*. No 2º experimento - severidade das manchas foliares em folha bandeira e em planta inteira, teor de nutrientes em tecido foliar (N P K e Mn), índice de área foliar, peso de mil sementes e produtividade; No 3º experimento - severidade das manchas foliares em folha bandeira e em planta inteira, teor de nutrientes em tecido foliar (P e K), índice de área foliar e componentes de rendimento; Sendo possível calcular a área abaixo da curva de progresso da doença nestes dois experimentos. No 1º experimento - fosfitos em altas concentrações *in vitro* apresentaram efeito direto sobre o agente causal da mancha marrom. No 2º experimento - o fosfito A associado ao fungicida reduz a severidade das manchas foliares. As fontes de fosfitos não alteram a produtividade do trigo; No 3º experimento - não há efeito entre a interação de doses de fosfito com número de aplicação de fungicida. A dose de 1048 g i.a. ha⁻¹ proporciona o maior controle das manchas amarela e marrom

Palavras-chave: Doses de fosfitos, fosfito *in vitro*, *Bipolaris sorokiniana* e *Drechslera tritici-repentis*.

ABSTRACT

The wheat (*Triticum aestivum*) is the main winter cereal crops in the southern region of the country especially in the Campos Gerais in Parana. In this region the primary system is a tillage planting in straw. This system allows the formation of a microclimate conducive to the development of various pathogens that attack the wheat. Among them are the fungi necrotics, agents of yellow stain (*Drechslera tritici-repentis*) and the brown stain (*Bipolaris sorokiniana*). In view of this problem, this paper describes the control of brown spots and yellow, through the use of phosphite and acibenzolar-S-methyl alone or in combination with fungicide epoxiconazole + pyraclostrobin. For both were conducted three experiments: 1° experiment - phosphites and fungicide in six concentrations *in vitro* on the mycelial growth and germination of conidia of *Bipolaris sorokiniana*. 2° experiment - sources of phosphite and acibenzolar-S-methyl and isolation associated with epoxiconazole + pyraclostrobin in controlling leaf spot in wheat Palmeira, with the cultivar Avante; 3° experiment - rates of phosphite and number of applications of fungicides to control leaf spot of wheat in Castro, with the cultivar Supera. The experiment 3 was randomized design in a factorial (6 x 3) with four replicates, each plot was composed of a Petri dish (mycelial growth) and a layer of glass (germination of conidia). Experiments 2 and 3 were designed to block randomly, with four replicates, each replicate consisting of 17 lines spaced at sowing 0.17 m, with dimensions of 2.89 x 5.0 m each. We evaluated: In experiment 1° evaluate if the mycelial growth and germination of conidia of *Bipolaris sorokiniana*. In 2° experiment severity of leaf spot in flag leaf and whole plant, nutrient content in leaf tissue (NPK and Mn), leaf area index, weight of a thousand seeds and productivity; In 3° experiment - severity of the spots Leaf in flag leaf and whole plant, nutrient content in leaf tissue (P and K), leaf area index and yield components; It is possible to calculate the area under the curve of progress of the disease in these two experiments. In 1° experiment - phosphites in high concentrations *in vitro* have direct effect on the causal agent of brown stain. In the 2° experiment - the phosphite A associated to the fungicide reduces the severity of leaf spots. The sources of phosphites does not change the productivity of wheat. In the 3° experiment - no interaction effect between the rates of phosphite with the number of fungicide application. The rate of 1048 g i.a. ha⁻¹ provides the most control of yellow and brown spots.

Keywords: rates of phosphites, phosphite *in vitro*, *Bipolaris sorokiniana* and *Drechslera tritici-repentis*.

1 INTRODUÇÃO

Na maioria das regiões produtoras, o cultivo de trigo é realizado sobre plantio direto na palha. Este sistema de plantio possibilita uma melhora no solo, estimula a microfauna presente na palha, diminui a incidência dos raios solares diretamente ao solo, auxilia no controle de erosão e aumenta a retenção de água no solo (MICHEREFF, 2008).

No cultivo de trigo sobre sistema de plantio direto na palha, um grupo de patógenos, os fungos necrotróficos que se nutrem de seus hospedeiros mesmo após a sua morte, são favorecidos (REIS; CASA, 2007). Dentre os fungos necrotróficos destacam-se no cultivo de trigo os agentes causais das manchas foliares. As manchas amarela [*Drechslera tritici-repentis* (Died) Schoem.] e marrom [*Bipolaris sorokiniana* (Sacc.)], a septoriose [*Septoria nodorum* (Berk.) Berk.]; podem causar danos de até 80% no rendimento da cultura (ZAMBOLIM, 2005).

Nos últimos anos, a mancha amarela, tem sido prevalecente no Rio Grande do Sul em relação à septoriose e à mancha marrom. Principalmente, pelo fato de *D. tritici-repentis* multiplicar-se facilmente na palha do trigo, proporcionando inóculo em abundância. Por outro lado, poucas cultivares de trigo hoje no mercado apresentam resistência à fungos necrotróficos e, ainda assim, apenas moderada (PRESTES, 2005).

As principais medidas de controle são medidas de uso preventivo, sendo elas: uso de sementes com boa sanidade, rotação de cultura, resistência genética e controle químico. Para o uso de fungicidas na parte aérea, recomenda-se o monitoramento das manchas até que atinjam o limiar de dano econômico

(INDICAÇÕES TÉCNICAS DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 2005).

Visando um controle mais eficiente, de forma preventiva e que diminua o risco de contaminação no ambiente, outras ferramentas devem ser propostas, tais como o uso da indução de resistência no manejo das manchas. Segundo Taiz e Zeiger (2004) a proteção natural das plantas está baseada em uma série de barreiras pré-formadas e pós-formadas. Sendo que os fatores de resistência pré-formados são aqueles presentes na planta antes do contato com o patógeno. Já os pós-formados, estão ausentes ou em baixo nível antes da infecção, sendo produzidos ou ativados em resposta à presença do patógeno. Estas defesas também podem ser ativadas pelo tratamento com agentes bióticos ou abióticos, de natureza inorgânica, orgânica ou sintética (MAZARO, 2007). Diante deste cenário o presente trabalho objetiva o controle das manchas marrom e amarela, através do uso de fosfito. Com os seguintes objetivos específicos: 1º – Avaliar a ação de fosfitos e do fungicida (epoxiconazole + piraclostrobina) sobre o crescimento micelial e a germinação de conídios de *Bipolaris sorokiniana*; 2º – Avaliar o efeito de diferentes fontes de fosfitos, acibenzolar-S-metil e o fungicida epoxiconazole + piraclostrobina de forma isolada, e em combinação no controle das manchas foliares; e 3º – Avaliar o efeito de doses de fosfitos e números de aplicação do fungicida (epoxiconazole + piraclostrobina) e a interação entre estes fatores no controle das manchas foliares e na produtividade.

2. MATERIAIS E MÉTODOS.

2.1 EFEITO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE FOSFITOS E FUNGICIDAS NO CRESCIMENTO MICELIAL E GERMINAÇÃO DE CONÍDIOS DE *Bipolaris sorokiniana*

Os bioensaios foram realizados no Laboratório de Entomologia e Fitopatologia da Fundação ABC, Castro - PR, durante o mês de novembro de 2007.

O patógeno foi obtido através de isolamento indireto de folhas de trigo, contendo sintomas desta doença, provenientes dos campos experimentais da Fundação ABC. A cultura foi mantida em meio BDA (batata-dextrose-ágar) incompleto (25% de batata) à $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ com fotoperíodo de 12 horas em BOD (Biological Oxygen Demand).

Para avaliação do crescimento micelial, os patógenos foram cultivados em meio de cultura BDA por quatorze dias. No décimo quinto dia, discos de micélio medindo 5 mm de diâmetro foram retirados dos bordos das colônias e colocados no centro das placas de Petri contendo meio de cultura com incorporação de concentrações dos fosfitos e do fungicida.

As concentrações utilizadas foram: 0; 0,1; 1; 10; 100 e 1000 mg L⁻¹ de duas marcas de fosfitos Phytus K (Fosfito A) e Starphós (Fosfito B) com a mesma formulação (482 g de P₂O₅ e 217 g de K₂O L⁻¹) e um fungicida a base de epoxiconazole + piraclostrobina (133 + 50 g i.a. L⁻¹). As concentrações foram obtidas através de diluições seriadas da solução estoque. Após autoclavagem do meio de cultura BDA estas foram incorporadas ao meio de cultura à $\pm 60^{\circ}\text{C}$. A concentração de 0 mg L⁻¹, caracterizou a testemunha. Após devidamente identificadas, as placas

foram mantidas a temperaturas de $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ com fotoperíodo de 12 horas intermitente, por sete dias.

O crescimento micelial foi mensurado a cada 24 horas até o tratamento controle (testemunha) atingir os bordos da placa de Petri. Para mensuração do crescimento micelial, o diâmetro ocupado pela colônia no sexto dia de avaliação foi medido em dois eixos perpendiculares com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, para efeito de cálculo utilizou-se o valor médio entre os dois eixos.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições em esquema fatorial (três produtos x seis concentrações), sendo cada placa de Petri considerada uma unidade experimental. Os resultados foram submetidos a análise de variância, e nas variações significativas, aplicou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade nos tratamentos qualitativos (produtos), e nos tratamentos quantitativos (concentrações) utilizou-se a análise de regressão. Foi calculado a porcentagem de inibição do crescimento micelial em relação ao diâmetro medido na testemunha. Calculou-se ainda a concentração mínima inibitória (CMI), ou seja, intervalo entre concentrações dos fungicidas e dos fosfitos capaz de inibir totalmente o crescimento micelial do fungo, como descrita a seguir (TAVARES; SOUZA, 2005).

$$\% = \frac{\text{Crescimento da testemunha (cm)} - \text{Crescimento do tratamento (cm)}}{\text{Crescimento da testemunha (cm)}} \times 100$$

Para avaliação do efeito das diferentes concentrações dos fosfitos e do fungicida na germinação de *B. sorokiniana*, conídios foram obtidos de colônias cultivadas em meio BDA (batata-dextrose-ágar) por dez dias. Para retirada dos

conídios, foi adicionada 10 mL de água esterilizada contendo Tween à 0,002% nas placas de Petri e realizado raspagem da superfície da colônia com o auxílio da alça de Drigalski para liberação dos esporos e obter uma concentração de 10^4 conídios mL^{-1} .

A suspensão foi quantificada com auxílio de um hemacitômetro, tipo Neubauer. Uma alíquota de 0,1 mL desta suspensão foi adicionada a lâminas de vidro contendo 1 mL de meio BDA incorporado com as concentrações: 0; 0,1; 1; 10; 100 e 1000 mg L^{-1} , de duas marcas de fosfitos Phytus K (Fosfito A) e Starphós (Fosfito B) com a mesma formulação (482 g de P_2O_5 e 217 g de $\text{K}_2\text{O L}^{-1}$) e do fungicida a base de epoxiconazole + piraclostrobina (133 + 50 g i.a. L^{-1}) incorporadas ao meio de cultura BDA, perfazendo uma área de $\pm 6 \text{ cm}^2$ em cada lâmina. As concentrações foram obtidas através de diluições seriadas da solução estoque. Após autoclavagem do meio de cultura BDA, estas foram incorporadas ao meio de cultura à $\pm 60^\circ\text{C}$. A concentração de 0 mg L^{-1} , caracterizou a testemunha.

As lâminas foram mantidas em BOD a 22°C por 6 horas (ESTOLTE, 2006) na ausência de luz, para que os conídios iniciassem o processo de germinação. Após este período, foram depositadas duas gotas de Azul de Amman + lactofenol em cada lâmina, com a finalidade de paralisar a germinação dos conídios e colorir os tubos germinativos.

A avaliação da germinação foi realizada por meio da contagem de 100 conídios por lâmina utilizando microscópio ótico. Considerou-se germinados os conídios que apresentaram tubo germinativo de comprimento igual ou maior a uma vez e meia o diâmetro do conídio.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições em esquema fatorial (três produtos x seis concentrações), sendo cada lâmina considerada uma unidade experimental. Os resultados foram submetidos a análise de variância, nas variações significativas, aplicou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade nos tratamentos qualitativos (produtos), e nos tratamentos quantitativos (concentrações), utilizou-se a análise de regressão.

2.2 INSTALAÇÃO DA CULTURA DOS EXPERIMENTOS 2 E 3

Os experimentos foram conduzidos nos municípios de Palmeira e Castro, na região dos Campos Gerais, do Estado do Paraná, pertencente ao Segundo Planalto Paranaense (MAACK, 1968). A região se caracteriza por topografia suavemente ondulada. O clima predominante é definido como do tipo Cfb. A característica do clima Cfb é de subtropical úmido. Apresentando clima mesotérmico, com temperatura média do ar dos 3 meses mais frios compreendidas entre 3°C e 18°C. Estações de verão e inverno bem definidas. A temperatura média do ar no mês mais quente fica abaixo dos 22°C.

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, com quatro repetições. Cada unidade experimental foi composta por parcelas medindo 2,89 x 5,0 m, compostas por 17 linhas de semeadura, espaçadas por 0,17 m cada, perfazendo uma área total de 14,45 m² e área útil de 6,8 m².

Os tratamentos foram aplicados através de pulverizador costal, à pressão constante de 23 lb pol⁻², pelo dióxido de carbono comprimido, equipado com seis pontas de jato “plano” XR11002 VS com espaçamento de 0,5 m, e volume de calda aplicado igual a 135 L ha⁻¹. As aplicações foram realizadas em estádios fenológicos distintos de acordo com a escala proposta por Zadoks; Chang e Konzak (1974) (Anexo A).

A correção de solo foi realizada com base nas análises químicas do solo (Anexo B).

A semeadura foi realizada com semeadora SHM 15/17, em sistema de plantio direto na palha.

As avaliações de severidade foram realizadas semanalmente durante o ciclo da cultura, em folha bandeira e em dez planta inteira. Para tanto foram atribuídas porcentagens da área foliar lesionada atual. A área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) foi calculada com os dados de severidade de folha bandeira e de planta inteira, pela equação proposta por Shaner e Finny (1977) descrita abaixo.

$$\text{AACPD} = \sum_{i=0}^{n-1} [(y_i + y_{i+1})/2] \times (t_{i+1} - t_i)$$

Onde: n é o número de avaliações;

y a intensidade de doenças;

t o tempo quando da avaliação da intensidade da doença;

i e i+1 representam as observações de 1 a n.

Nas avaliações de severidade, entendam-se como manchas foliares do trigo, a mancha marrom (*B. sorokiniana*) e a mancha amarela (*D. tritici-repentis*), Duveiller e Dubin, (2002) relatam ser difícil separar uma da outra sem o auxílio de uma lupa.

Avaliou-se o índice de área foliar (IAF) com o auxílio do medidor de radiação solar fotossinteticamente ativa (accuPAR) Ceptomero Linear, realizando duas medições à ± 1 m acima do solo e quatro à ± 0,1 m sobre o solo, durante o período de formação do grão.

Avaliaram-se também os componentes de produtividade, com exceção do experimento conduzido no município de Palmeira-PR, em que apenas a produtividade, peso hectolitro e o peso de mil grãos foram quantificados. Para a avaliação de componentes de rendimento, nas linhas centrais de semeadura de cada parcela, foram retiradas todas as plantas contidas em um metro, sendo

mensurado número de plantas por m²; número de afilhos por planta; altura de planta; altura de espiga; número de espiguetas; número de grãos por espiguetas, número de grãos por espiga, número de espigas por metro. A colheita foi realizada em dez linhas de 4 m em cada parcela, perfazendo 6,8 m² de área colhida, o rendimento de grãos foi expresso em kg ha⁻¹, com teor de umidade padronizado para 13%.

Para análise os dados de percentagem de severidade foram transformados para $\arcsin \sqrt{x/100}$ (BANZATTO; KRONKA, 2006) e posteriormente submetidos à análise de variância pelo teste F. A comparação das médias, quando significativas, foi realizada pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os dados das temperaturas e de precipitação diários, observados durante o período experimental de cada região estão apresentados no Anexo C.

2.3 FONTES DE FOSFITO E ACIBENZOLAR-S-METIL ISOLADOS E ASSOCIADOS AO EPOXICONAZOLE + PIRACLOSTROBINA NO CONTROLE DAS MANCHAS FOLIARES DO TRIGO.

O experimento foi instalado na Fazenda Santa Carlota no município de Palmeira-PR, localizada nas coordenadas de 25° 37' de latitude Sul, longitude de 50° 21' W e altitude de 820 m, durante a safra 2006.

Na região predomina o solo classificado como PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO, textura média, fase campo subtropical e relevo suave ondulado (EMBRAPA, 1999a).

Para o estabelecimento da cultura, três dias antes da semeadura a área foi dessecada com aplicação de glifosato (480 g i.a. L⁻¹). As sementes foram previamente tratadas com imidacloprido na dose de 60 g i.a. para cada 100 Kg de

sementes de trigo. A semeadura do trigo foi realizada no dia 07 de julho de 2006, pelo método de semeadura direta sobre a palhada da cultura do milho, com espaçamento entre linhas de 0,17 m e 230 plantas por metro quadrado. A cultivar utilizada foi a Avante, suas características estão descritas no Anexo D.

A adubação de base foi realizada antes da semeadura, constituindo em 330 Kg ha⁻¹ de adubo NPK da fórmula comercial 14-34-00. A adubação em cobertura foi realizada durante o perfilhamento, com 260 Kg ha⁻¹ de NPK da fórmula comercial 25-00-25.

Durante a alongação e a floração foram realizadas aplicações do inseticida lufenuron (5 g i.a. L⁻¹) para controle da lagarta militar (*S. frugiperda*) e lagarta do trigo (*P. sequax*).

As avaliações de severidade iniciaram em 15 de setembro e terminaram em 24 de outubro de 2006, sendo realizadas semanalmente.

Além das avaliações citadas no item 2.1, foram realizadas avaliações dos teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e manganês (Mn) presentes nas folhas.

Na determinação dos teores de N, P, K e Mn, foram coletadas 40 folhas bandeira por parcela conforme metodologia descrita por Raij et al. (1996). As análises foram realizadas no Laboratório de análises Físico-químicas da Fundação ABC. Para digestão de N total foi utilizado o método de combustão de Dumas em analisador Leco® FP-428 e para os demais elementos foi realizada a digestão Nítrico-perclórica (EMBRAPA, 1999b).

Para controle das manchas foliares foram utilizados dez tratamentos, com quatro diferentes fontes de fosfito, acibenzolar-S-metil (indutor de resistência), epoxiconazole + piraclostrobina (fungicida), e a associação do fungicida ao indutor

de resistência, e ao fosfito em duas doses, aplicadas duas vezes (no final da alongação e início da antese), como são descritos na Tabela 13.

A colheita foi realizada na área útil das parcelas, colhendo-se 9 linhas de quatro metros de forma manual, em oito de novembro de 2006.

Tabela 13 – Tratamentos utilizados para controle da mancha amarela (*Drechslera tritici-repentis*) e da mancha marron (*Bipolaris sorokiniana*), ingrediente ativo (i.a.), classe do produto, e doses dos produtos utilizados na cultura do trigo (*Triticum aestivum*), cultivar Avante. Palmeira – PR – Safra 2006.

Tratamentos	Produto Comercial	Ingrediente ativo (i.a.)	Classe	Dose ³	
				% i.a.	(g ou mL) p.c.ha ⁻¹)
1. Testemunha	Testemunha	.....	.....
2. Fosfito A	Phytus K	P ₂ O ₅ + K ₂ O	Ácido Fosforoso	30 + 20	1500
3. Fosfito B	Reforce	P ₂ O ₅ + K ₂ O	Ácido Fosforoso	30 + 20	1500
4. Fosfito C	Starphós	P ₂ O ₅ + K ₂ O	Ácido Fosforoso	30 + 20	1500
5. Fosfito D	Phytogard Mn	P ₂ O ₅ + Mn	Ácido Fosforoso	30 + 9	1500
6. ASM	Bion	acibenzolar-S-metil (ASM ²)	Fungicida	500	25
7. Fungicida + Fosfito A	Ópera + Phytus K	(epox. + pirac. ¹) / (P ₂ O ₅ + K ₂ O)	Fungicida sistêmico + Ácido fosforoso	(5 + 13,3) + (30 + 20)	300 + 1500
8. Fungicida + Fosfito A	Ópera + Phytus K	(epox. + pirac.) / (P ₂ O ₅ + K ₂ O)	Fungicida sistêmico + Ácido fosforoso	(5 + 13,3) + (30 + 20)	400 + 1500
9. Fungicida + ASM	Ópera + Bion	(epox. + pirac.) + ASM	Fungicida sistêmico + Fungicida	(5 + 13,3) + 50	400 + 25
10. Fungicida	Ópera	epox. + pirac.	Fungicida sistêmico	5 + 13,3	500

¹epox. + pirac. corresponde à epoxiconazole + piraclostrobina.

²ASM corresponde à acibenzolar-S-metil.

³Dose de ingrediente ativo em % i. a. e dose de produto comercial em g ou mL ha⁻¹.

2.4 EFEITO DE DIFERENTES DOSES DE FOSFITO E NÚMERO DE APLICAÇÕES DE FUNGICIDAS NO CONTROLE DAS MANCHAS FOLIARES DO TRIGO

O experimento foi conduzido no campo experimental da Fundação ABC, no município de Castro, localizado nas coordenadas de 24° 51' latitude Sul e longitude 49° 56' W com altitude de 1001 m, durante a safra 2007.

O solo da região segundo a Embrapa (1999a) está classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, apresentando textura muito argilosa, fase relevo suave ondulado (5-8%).

Para o estabelecimento da cultura, três dias antes da semeadura a área foi dessecada com aplicação da mistura pronta de paraquat (400 g i.a. L⁻¹) + diuron (200 g i.a. L⁻¹). As sementes foram previamente tratadas com imidacloprido na dose de 60 g i.a. para cada 100 Kg de sementes de trigo. A semeadura do trigo foi realizada no dia 19 de julho de 2007, pelo método de semeadura direta sobre a palhada de milho, com espaçamento entre linhas de 0,17 m e 300 plantas por metro quadrado. A cultivar utilizada no experimento foi a Supera, descrita no Anexo D.

A adubação base foi realizada antes da semeadura, constituindo em 300 Kg ha⁻¹ de adubo NPK da fórmula comercial 08-30-20. A adubação em cobertura foi realizada durante o perfilhamento no estágio 23-24 da escala de Zadoks; Chang e Konzak (1974), com 94,5 kg de nitrogênio.

Aos 35 dias após emergência (DAE), foi realizada aplicação do fungicida sistêmico fenpropimorfe (300 g i.a. L⁻¹), para controle de oídio.

Aos 38 DAE, foi realizada aplicação do herbicida metsulfurom metílico (2,4 g i.a. L⁻¹) + óleo mineral a 0,1%, para controle de picão-preto e de nabo (*B. pilosa*) (*R. raphanistrum*).

Aos 41 DAE, foi realizada a aplicação do inseticida fisiológico lufenuron (10 g i.a. L⁻¹), para controle da lagarta militar (*S. frugiperda*).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados em arranjo fatorial 4x3, sendo 4 doses de fosfito: 0, 524, 1048 e 2096 g i.a. ha⁻¹, aplicadas na alongação e no florescimento e 3 aplicações de fungicidas sendo: uma aplicação (emborrachamento), duas aplicações (emborrachamento e floração), e três aplicações (alongação, emborrachamento e floração), utilizando 675 g i.a. L⁻¹ de fenpropimorfe (alongação) e 37,25 + 99,75 g i.a. L⁻¹ de epoxiconazole + piraclostrobina (emborrachamento e floração) com quatro repetições. A descrição dos produtos utilizados nos tratamentos encontra-se na Tabela 14.

As avaliações de severidade iniciaram em 18 de agosto e terminaram em 08 de novembro de 2007, sendo realizadas semanalmente.

Além das avaliações citadas no item 2.1 foram realizadas avaliações de teores foliares de fósforo (P) e potássio (K) presentes na folha.

Na determinação dos teores de P e K, foram coletadas 40 folhas bandeira por parcela conforme metodologia descrita por Raij et al. (1996). As análises foram realizadas no Laboratório de análises Físico-químicas da Fundação ABC. Para digestão destes elementos foi realizada a digestão Nítrico-perclórica (EMBRAPA, 1999b).

A colheita foi realizada na área útil das parcelas, colhendo-se 9 linhas de quatro metros de forma manual, em nove de novembro de 2007.

Os dados de porcentagem de severidade foram transformados por $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$, (BANZATTO e KRONKA, 2006) e posteriormente submetidos à análise de

variância seguida por regressão e comparação de medias pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Tabela 14 – Descrição dos produtos utilizados no experimento, marca comercial, ingrediente ativo (i.a.), classe do produto, grupo químico, formulação e concentração de i.a.(g L⁻¹), na cultura do trigo (*Triticum aestivum*), cultivar Supera. Castro – PR - Safra 2007

Marca comercial	Ingrediente ativo (i.a.)	Classe	Grupo Químico	Formulação	Concentração i.a. (g L ⁻¹)
Corbel	fenpropimorfe	Fungicida sistêmico	Morfolina	CE	750
Ópera	epoxiconazole + piraclostrobina	Fungicida sistêmico	triazol + estrubirulina	SC	50 + 133
Phytus K	P ₂ O ₅ + K ₂ O	Fertilizante foliar	ácido fosforoso	Solução verdadeira	417 + 282

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 EFEITO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE FOSFITOS E FUNGICIDA NO CRESCIMENTO MICELIAL E GERMINAÇÃO DE CONÍDIOS DE *Bipolaris sorokiniana*

Houve interação significativa entre os produtos e as concentrações, indicando existir uma dependência entre os efeitos dos produtos e as concentrações. Com relação ao efeito das concentrações sobre os produtos (Tabela 15) observou-se que apenas o fungicida proporcionou redução significativa no crescimento micelial de *B. sorokiniana* no sexto dia de avaliação. Segundo Daniel e Guest (2006) os fosfitos não conseguem paralisar o crescimento micelial de Oomycota, mas conseguem contê-los, no entanto *B. sorokiniana* não pertença a Divisão Oomycota.

Todos os tratamentos apresentaram potencial inibitório crescente em função do aumento da concentração do ingrediente ativo dos produtos utilizados, concordando com Töfoli, Domingues e Kurozawa (2003).

Tabela 15 – Diâmetro do crescimento micelial no sexto dia de avaliação de *Bipolaris sorokiniana* sob efeito dos diferentes produtos e concentrações. Laboratório da Fundação ABC, Castro - PR - 2007

Tratamentos	Concentrações (mg L ⁻¹)						C.V. (%) ³
	0	0,1	1	10	100	1000	
Fosfito A	8,6 Aa ¹	6,9 Bb	8,6 Aa	8,6 Aa	7,3 Ab	3,0 Ac	4,2
Fosfito B	8,6 Aa	8,6 Aa	8,5 Aab	8,0 Bbc	7,6 Ac	3,5 Ad	3,1
Fungicida	8,6 Aa	3,9 Cb	3,2 Bc	1,6 Cd	0,0 Be	0,0 Be	3,4
C.V. (%) ²	0,0	3,7	2,1	3,9	6,1	9,5	

¹Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

²C.V.: Coeficiente de Variação das concentrações.

³C.V.: Coeficiente de Variação dos produtos.

No efeito dos produtos sobre as concentrações (Tabela 15) observa-se que com o aumento da concentração reduz-se o crescimento micelial. Observou-se ainda que a partir de 10 mg L⁻¹ o fungicida proporciona ±83% de redução no crescimento micelial de *B. sorokiniana*. Os fosfitos A e B foram estatisticamente diferentes, no entanto não apresentaram eficiência na redução do crescimento micelial. O fosfito A apresentou a maior redução do crescimento micelial em relação ao fosfito B.

Na Tabela 16 observa-se que a CMI para os fosfitos fica acima de 1000 mg L⁻¹, ou seja, a maior concentração utilizada neste estudo. Para o fungicida a CMI, foi observada a partir de 10 mg L⁻¹. Estes resultados concordam com os obtidos por Tófoli, Domingues e Kurozawa (2003), quando testaram diversos fungicidas no crescimento micelial e germinação de conídios. Esses autores observaram significativa redução no crescimento micelial de [*Alternaria solani* (ELL. & Martin) Jones & Groutem função do aumento da concentração do fungicida, atingindo 100% de inibição a 100 µg mL⁻¹. Os mesmos autores também observaram que os fungicidas do grupo dos triazóis, foram mais eficientes na inibição do crescimento micelial, e os fungicidas do grupo das estrobirulinas foram mais eficientes na inibição

da germinação de conídios. No entanto, o mesmo não ocorreu neste estudo. O fungicida testado contém mais ingrediente ativo do grupo das estrobirulinas, assim deveria ter reduzido a germinação de conídios em menores concentrações. Entretanto estes autores não testaram a mistura pronta que contém ingrediente ativo do grupo dos triazóis e das estrobirulinas.

Tabela 16 – Inibição (%) e concentração mínima inibitória (CMI) do crescimento micelial de *Bipolaris sorokiniana* sob efeito dos fosfitos e fungicida. Laboratório Fundação ABC, Castro - PR - 2007.

Produtos	Concentrações (mg L ⁻¹)						CMI
	0,0	0,1	1	10	100	1000	
Fosfito A	0	20,4	0,0	0,0	14,8	64,5	>1000
Fosfito B	0	0,0	1,6	6,7	11,6	59,3	>1000
Fungicida	0	55,2	62,5	81,9	100	100	10-100

Segundo Leroux (1996); Ypema e Gold (1999) as estrobirulinas, oxazolidinedionas e imidazolinonas atuam por meio da inibição da respiração mitocondrial, bloqueando a transferência de elétrons entre o citocromo b e o citocromo c (Complexo III) impedindo a formação de ATP e conseqüentemente a produção de energia. O micélio, além das vias respiratórias convencionais pode gerar energia por vias alternativas e por glicólise. A energia gerada pelas vias alternativas é limitada, no entanto pode ser suficiente para que o micélio cresça na presença do fungicida. No entanto os conídios precisam de muita energia para germinar, esta é obtida pelas vias respiratórias convencionais inibidas por estes fungicidas.

Nas Figuras 1A, 1B e 1C, observa-se que apenas o fungicida reduziu e/ou paralizou o crescimento micelial. A menor concentração do fungicida reduziu o crescimento micelial e na concentração de 10 mg L⁻¹, o diâmetro da colônia cresceu apenas 1 cm. Entretanto durante o período de avaliação da colônia nos fosfitos A e

B, apenas a concentração de 1000 mg L⁻¹, reduziu o crescimento micelial, aproximadamente $\pm 65\%$ em relação a testemunha.

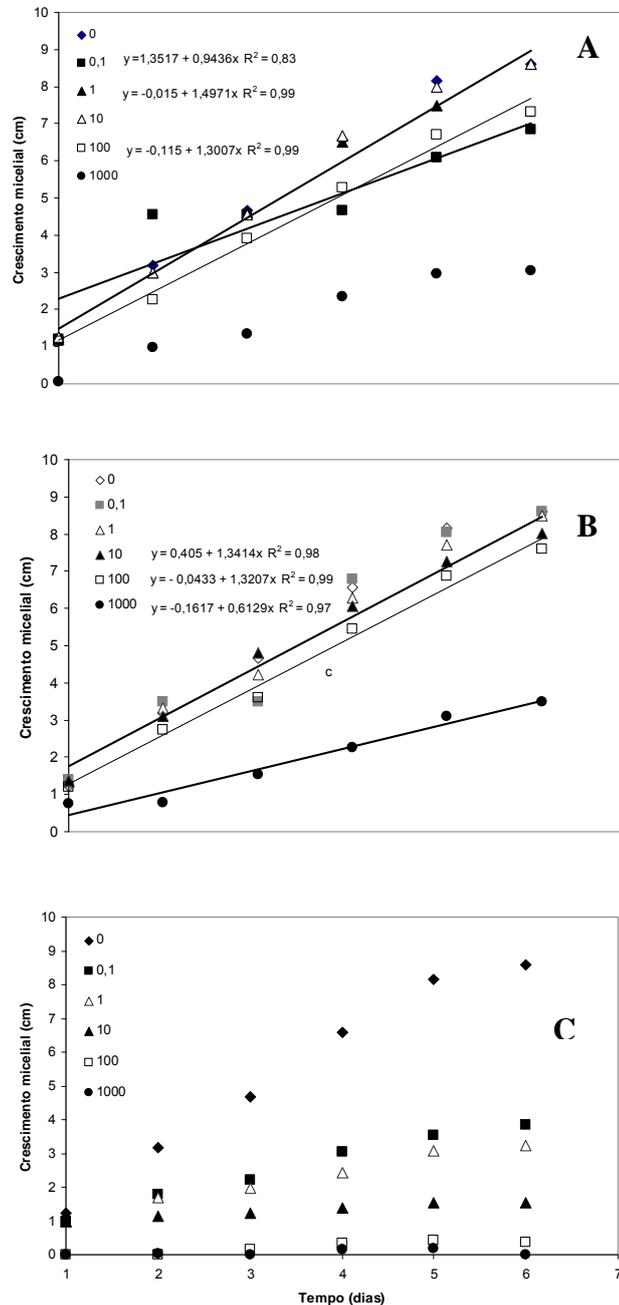


Figura 1 – Crescimento micelial de *Bipolaris sorokiniana* durante seis dias de avaliação sob efeito das diferentes concentrações de (A) fosfito A; (B) fosfito B e (C) fungicida. Laboratório Fundação ABC, Castro – PR - 2007.

Os fosfitos A e B apresentaram diferentes comportamentos em relação ao crescimento micelial e a germinação dos conídios.

Na avaliação da germinação de conídios (Tabela 17), como observado no crescimento micelial, houve interação significativa entre os produtos e as concentrações.

Em relação aos efeitos das concentrações observa-se que na concentração de 0,1 mg L⁻¹ não houve diferença entre os produtos. Já nas concentrações 1, 10 e 1000 mg L⁻¹ o fosfito A e o fungicida demonstram comportamento similar diminuindo a germinação de conídios de *B. sorokiniana*. Na concentração de 100 mg L⁻¹ o fosfito A e o fungicida proporcionaram o maior controle, sendo estatisticamente iguais.

Tabela 17 – Efeito dos diferentes produtos e das concentrações sobre a germinação (%) de conídios de *Bipolaris sorokiniana*. Laboratório da Fundação ABC, Castro – PR - 2007

Tratamentos	Concentrações (mg L ⁻¹)						C.V. (%) ³
	0	0,1	1	10	100	1000	
Fosfito A	99,8 Aa	96,8 Aa	92,3 Bb	83,3 Bc	80,0 Ac	0,5 Bd	2,3
Fosfito B	99,8 Aa	99,8 Aa	100 Aa	100 Aa	83,5 Ab	73,3 Ac	2,6
Fungicida	99,8 Aa	99,3 Aa	87,8 Bb	78,8 Bc	63,8 Bd	1,3 Be	5,0
C.V. (%) ²	0,0	1,4	3,2	2,8	4,6	9	

¹Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

²C.V.: Coeficiente de Variação das concentrações.

³C.V.: Coeficiente de Variação dos produtos.

Já no efeito dos produtos sobre as concentrações observa-se que de acordo com o aumento da concentração reduz-se a germinação nos produtos testados.

A concentração de 1000 mg L⁻¹ para o fosfito B, foi insuficiente para inibir a germinação, ao contrário do efeito do fungicida e do fosfito A. Estes resultados concordam com os obtidos por Ribeiro Júmos et. al. (2006) que constataram inibição de conídios de *Verticillium dahliae* (Kled) em concentrações de 0,62, 1,25, 2,5 e 5 mL L⁻¹ de fosfito potássico, concentrações muito acima das utilizadas neste estudo.

Estes resultados são similares aos obtidos por Furlan (2006), que obteve inibição da germinação de uredósporos de *Phakopsora pachyrhizi* (Naumov) Syd., com fosfito de manganês (Phytogard Mn) na concentração de 100 mg L⁻¹, isoladamente e/ou adicionado aos fungicidas testados.

Assim constatou-se que o fosfito Phytus embora não teve efeito sobre o crescimento micelial do patógeno, atuou sobre a germinação de conídios de *B. sorokiniana*.

O efeito de inibição apresentado pelos fosfitos no crescimento micelial e na germinação de conídios confirma o modo de ação direto observado por Smillie; Grant e Guest, (1989). Daniel e Guest (2006), relatam ocorrer duas formas de ação dos fosfitos, podendo ser expressa de forma indireta, pela indução de resistência ou pela direta sobre o patógeno.

3.2 FONTES DE FOSFITOS E ACIBENZOLAR-S-METIL ISOLADOS E ASSOCIADOS AO EPOXICONAZOLE + PIRACLOSTROBINA NO COMPLEXO DE DOENÇAS DO TRIGO

Na área abaixo da curva de progresso das manchas foliares em folha bandeira (Tabela 18) os tratamentos epoxiconazole + piraclostrobina isolado e em mistura com o fosfito A e ASM proporcionaram controle eficiente das manchas foliares. Entre os fosfitos os fosfitos D e A proporcionaram o melhor controle das manchas foliares. Os fosfitos B, C e ASM não diferiram entre si e foram similares a testemunha.

Tabela 18 – Área abaixo da curva de progresso das manchas foliares (AAP), em folha bandeira e em planta inteira, sob efeito das fontes de fosfito, acibenzolar-S-metil e epoxiconazole + piraclostrobina, na cultura do trigo (*Triticum aestivum*), cultivar Avante. Palmeira – PR - Safra 2006.

Tratamentos	Dose g ou mL p.c.ha ⁻¹	AAP	
		Folha Bandeira	Planta Inteira
1. Testemunha	.....	93,0 a ¹	100,5 a
2. Fosfito A	1500	75,8 b	83,0 b
3. Fosfito B	1500	93,1 a	97,9 ab
4. Fosfito C	1500	83,9 ab	104,1 a
5. Fosfito D	1500	70,0 b	82,1 b
6. ASM ²	25	82,0 ab	96,8 ab
7. Fungicida ³ + Fosfito A	300 + 1500	32,3 c	44,8 c
8. Fungicida + Fosfito A	400 + 1500	42,3 c	50,2 c
9. Fungicida + ASM	400 + 25	49,1 c	59,7 c
10. Fungicida	500	33,2 c	39,0 c
C.V. (%)		44,29	41,32

¹Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. C.V.: Coeficiente de Variação

²ASM corresponde à acibenzolar-S-metil.

³Fungicida corresponde à epoxiconazole + piraclostrobina.

Na área abaixo da curva de progresso das manchas foliares em planta inteira com exceção do ASM todos os tratamentos diferiram da testemunha (Tabela 18). Os tratamentos que receberam aplicação de fosfitos não diferiram entre si proporcionando controle menor ao obtido pelo fungicida, que foi similar aos tratamentos onde este foi associado ao fosfito A e ao ASM.

Nas avaliações durante o florescimento e a formação de grãos (Tabela 19), observaram-se que a severidade foi crescente a partir da avaliação do florescimento até o final da formação dos grãos, sendo máxima nesta avaliação. Este rápido crescimento no intervalo de duas semanas, provavelmente se devam a alta taxa de expansão da lesão, Mehta (1981) relatou que uma simples lesão de *B. sorokiniana* em um período de 33 dias ocupou 23% da área de uma folha de trigo. Segundo Luo e Zeng (1995) o caráter expansão de lesão também pode ser usado para avaliar a agressividade de patovares de bactérias e fungos patogênicos.

Na avaliação de severidade em folha bandeira durante o florescimento (Tabela 19) observaram-se que a severidade máxima observada não ultrapassou os 0,46%. Foram observados também que os tratamentos que receberam aplicação de fungicida apresentaram o maior controle. Na avaliação de severidade média, os tratamentos que receberam aplicação de fungicida apresentaram o maior controle.

Na avaliação de severidade média em grão leitoso inicial (Tabela 19) observou-se controle eficiente nas parcelas que receberam aplicação de fungicida. Os demais tratamentos não diferiram da testemunha.

Durante o período de grão leitoso final a severidade máxima foi observada na penúltima folha (FB-1) atingindo 9,38%, ou seja, um aumento de 93% em relação a severidade máxima observada na avaliação de grão leitoso inicial. Provavelmente isto se deva ao fato da temperatura estar em elevação (final de outubro, conforme Anexo C) favorecendo a expansão da lesão. Segundo Prates e Fernandes (2001) o aumento da temperatura exerce grande influência sobre a taxa de expansão da lesão das manchas foliares. Os mesmos autores ainda citam que em temperaturas mais elevadas, principalmente acima dos 23°C a taxa de expansão da lesão causada por *B. sorokiniana* é máxima. De acordo com Mehta (1978); Luz e Bergstrom (1986) apud Prates e Fernandes (2001) temperaturas entre 20 e 30°C favorecerem a germinação, infecção, crescimento e esporulação dos patógenos, além do aumento da taxa de expansão. Na avaliação da severidade na folha bandeira os tratamentos que receberam aplicação de fungicida proporcionaram controle efetivo, já os demais tratamentos não diferiram estatisticamente da testemunha. A severidade média entre as folhas FB e FB-1 da testemunha atingiu 7%, dez vezes mais que a severidade média observada durante o início da formação

do grão leitoso. Como na folha bandeira, os tratamentos que receberam aplicação do fungicida proporcionaram o maior controle. Com exceção do tratamento com fosfito B, os demais tratamentos apresentaram comportamento similar ao da testemunha.

Tabela 19 – Severidade (%) das manchas foliares a partir do período reprodutivo, (início do florescimento, grão leitoso inicial e grão leitoso final) sob efeito das diferentes marcas de fosfito, acibenzolar-S-metil e epoxiconazole + piraclostrobina na cultura do trigo (*Triticum aestivum*), cultivar Avante. Palmeira – PR - Safra 2006.

Tratamentos	Dose (g i.a. L ⁻¹)	Florescimento			Grão Leitoso inicial			Grão Leitoso final		
		FB ¹	FB-1 ²	Média ³	FB	FB-1	Média	FB	FB-1	Média
1. Testemunha	.....	0,46 a ⁶	0,56 a	0,51 a	0,56 a	0,97 a	0,76 a	6,04 a	8,92 a	7,02 a
2. Fosfito A	1500	0,30 ab	0,49 a	0,39 a	0,38 ab	0,64 ab	0,51 ab	4,24 a	4,13 bc	4,34 bc
3. Fosfito B	1500	0,38 a	0,59 a	0,49 a	0,41 bcde	0,32 bcd	0,36 ab	5,63 a	9,38 a	6,46 ab
4. Fosfito C	1500	0,24 abc	0,45 a	0,35 a	0,35 abcd	0,53 abc	0,44 ab	5,66 a	7,67 abc	6,35 ab
5. Fosfito D	1500	0,30 ab	0,63 a	0,46 a	0,32 abcd	0,61 abc	0,49 ab	4,93 a	4,75 abc	5,10 ab
6. ASM ⁴	25	0,33 ab	0,58 a	0,45 a	0,57 abc	0,71 ab	0,64 a	5,52 a	6,56 ab	6,04 ab
7. Fungicida ⁵ + Fosfito A	300 + 1500	0,05 bc	0,03 b	0,04 b	0,10 cde	0,20 cd	0,15 b	1,07 b	3,10 bc	2,08 cd
8. Fungicida + Fosfito A	400 + 1500	0,00 c	0,00 b	0,00 b	0,11 cde	0,03 d	0,07 b	1,17 b	2,28 c	1,72 d
9. Fungicida + ASM	400 + 25	0,00 c	0,00 b	0,00 b	0,18 de	0,18 cd	0,18 ab	1,61 b	2,90 bc	2,23 d
10. Fungicida	500	0,00 c	0,03 b	0,01 b	0,08 e	0,05 d	0,07 b	0,83 b	1,72 c	1,28 d
C.V. (%)		14,01	11,15	16,84	19,59	14,58	17,63	25,16	36,00	26,60

¹Folha bandeira (última folha).

²Penúltima folha.

³Média da severidade das folhas FB e FB-1.

⁴ASM corresponde à acibenzolar-S-metil.

⁵Fungicida corresponde à epoxiconazole + piraclostrobina.

⁶Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. C.V.: Coeficiente de Variação.

3.3 EFEITO DE DIFERENTES DOSES DE FOSFITO E NÚMERO DE APLICAÇÕES DE FUNGICIDAS NO CONTROLE DAS MANCHAS FOLIARES DO TRIGO

No experimento em Castro as condições climáticas favoreceram ao desenvolvimento da cultura desde a semeadura, apresentadas no Anexo C. Isso também favoreceu o desenvolvimento de epidemias das manchas foliares.

Visando evitar perdas em estande e comprometimento dos componentes de rendimento, foi realizada uma aplicação de fenpropimorfe ($300 \text{ g i.a. ha}^{-1}$) em toda área experimental durante o perfilhamento para controle de oídio.

A partir do emborrachamento, com elevação da temperatura no início do mês de Setembro (Anexo C) e umidade relativa se mantendo estável em 80%, foram observados os primeiros sintomas de manchas foliares.

Não houve efeito da interação entre doses de fosfitos e números de aplicações de fungicidas, só houve efeito das doses, sobre a severidade das manchas. Em teste preliminar realizado na safra de inverno de 2006 com a cultivar Avante, sobre o efeito de doses de fosfitos (0, 524, 1048 e $2096 \text{ g i.a. ha}^{-1}$) e número de aplicação de fungicida (sem fungicida, uma e duas aplicação) observou-se redução na severidade das manchas foliares quando se aplicou duas vezes o fungicida (dados não apresentados) independente da dose de fosfito utilizada.

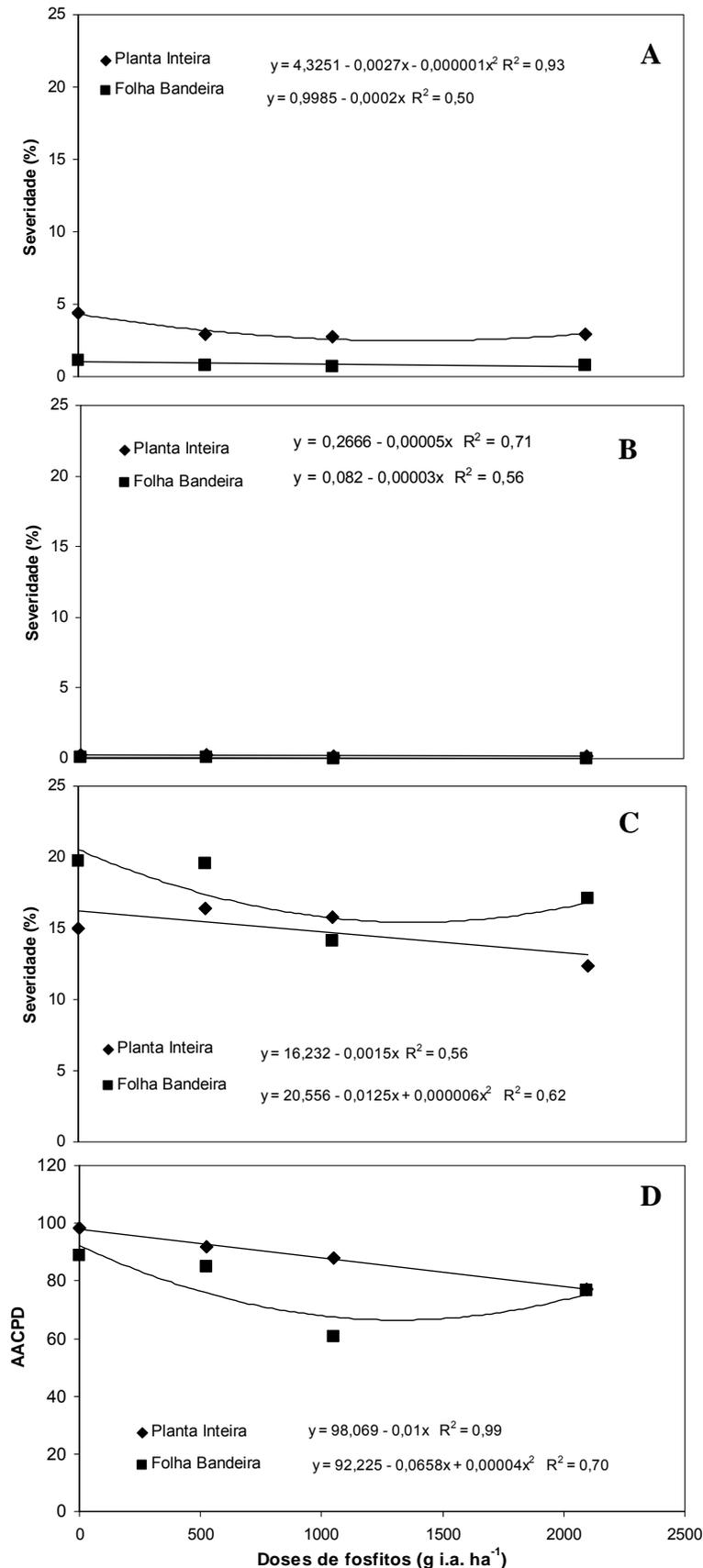


Figura 2 – Severidade de manchas foliares (*Bipolaris sorokiniana* e *Drechslera tritici-repentis*) em folha bandeira e na planta inteira sob o efeito das doses de fosfito. A) final do florescimento. B) início da formação de grão leitoso. C) final da formação de grão leitoso. D) área abaixo da curva de progresso das manchas foliares, na cultura do trigo (*Triticum aestivum*), cultivar Supera. Castro – PR - Safra 2007

Nas figuras de 2A a 2D, é demonstrada a evolução da severidade e a área abaixo da curva do progresso das manchas foliares em folha bandeira e em planta inteira. Durante o florescimento observaram-se severidade abaixo dos 0,5%, tanto para folha bandeira quanto planta inteira (Figura 2A). No entanto, na avaliação posterior, durante o início da formação de grão leitoso (Figura 2B), a severidade aumentou 7,5 vezes, atingindo 4,5% de severidade em planta inteira. Na avaliação realizada em folha bandeira este aumento foi de aproximadamente 10 vezes. Segundo Barros et al. (1989) a planta torna-se mais vulnerável à infecção pelo patógeno a partir do estágio de inflorescência, em função da maior translocação de nutrientes para o desenvolvimento da espiga e o enchimento dos grãos. Tripler e Mehta (1997) ressaltam ainda que quanto mais avançada a idade da folha bandeira maior a suscetibilidade da cultura a esse patógeno.

Na avaliação durante o final da formação de grão leitoso (Figura 2C) observam-se um aumento na severidade das manchas foliares em folha bandeira, em torno de 20 vezes. Já na avaliação da planta inteira não ocorreu o mesmo, o aumento na severidade foi de aproximadamente cinco vezes. Talvez isso se deva pela senescência natural das folhas ou induzida pelas manchas foliares, como Mehta (1978) descreveu, essas lesões aumentam de tamanho e tornam-se tipicamente elípticas com abundante esporulação. Quando as lesões coalescem, a folha toda fica crestada e seca prematuramente. Assim, com a queda prematura de folhas infectadas com os patógenos das manchas amarela e marrom, aumenta-se o inóculo em torno das plantas.

Na Figura 2D observou-se comportamento quadrático da epidemia em folha bandeira, o mesmo foi verificado na Figura 2C. Esse comportamento enfatiza uma tendência de controle de acordo com o aumento de dose, até um determinado pico, onde começa novamente a cair, ou seja, com o aumento de dose, até 1048 g i.a.ha⁻¹ ocorre redução na severidade e na área abaixo da curva do progresso das manchas em folha bandeira e planta inteira. Dessa maneira observou-se que da dose de 1048 a 1400 g i.a. ha⁻¹ (~ 1500 – 2000 mL p.c. ha⁻¹) ocorre um aumento no controle, e após essa dose limite começou a diminuir a eficiência do controle sobre a epidemia. Já nas Figuras 2A e 2B, observou-se comportamento linear, ou seja, de acordo com o aumento de dose a severidade reduziu. Como o modo de ação do fosfito pode se apresentar de duas maneiras, direta ou indireta (SMILLIE; GRANT; GUEST, 1989), neste comportamento das manchas foliares, fica evidente o efeito direto do fosfito e não de indução de resistência como era o esperado.

Não houve interação significativa entre as doses de fosfitos e o número de aplicação para nenhum dos fatores isolados para os componentes de rendimento, o IAF, e os teores de fósforo e potássio (Tabelas 20 e 21).

No IAF não houve diferença estatística entre as doses de fosfitos e dentre o número de aplicação de fungicida. O índice de área foliar (IAF), segundo Tucker et al. (1979) possui uma estreita relação com as condições de crescimento da cultura do trigo, o que explica grande parte da variação que ocorre no rendimento dos grãos. Ainda de acordo com Tucker (1981) quando avaliaram os índices de vegetação razão simples e da diferença normalizada, na estimativa da matéria seca acumulada acima do solo na cultura do trigo, concluíram que fatores adversos que afetam o crescimento e o desenvolvimento da cultura são evidentes no

comportamento desses índices, se eles afetam tanto o conteúdo de clorofila quanto a fitomassa foliar verde.

Os níveis de fósforo e potássio não foram alterados no tecido foliar com a aplicação de fosfito. O fosfito não causou deficiência nem acúmulo que poderia ser tóxico para a planta podendo desequilibrar várias reações no seu metabolismo.

Tabela 20 – Índice de área foliar (IAF), teor foliar de potássio (K) e teor foliar de fósforo (P), sob efeito das doses de fosfito e do número de aplicação de fungicida na cultura do trigo (*Triticum aestivum*), cultivar Supera. Castro – PR – Safra 2007

Dose de fosfito ¹	IAF	K (g Kg ⁻¹)	P (g Kg ⁻¹)
0	0,7 ^{ns}	3,1 ^{ns}	15,1 ^{ns}
524	0,9	3,2	15,3
1048	1,0	3,1	15,0
2096	0,7	3,1	14,9
Nº aplicação de epoxiconazole + piraclostrobina			
1	0,9 ^{ns}	3,2 ^{ns}	14,9 ^{ns}
2	0,8	3,1	15,5
3	0,9	3,1	14,8
C.V. (%)	34,4	8,7	3,4

^{ns} Corresponde a não significativo

¹Dose de produto comercial em g ou mL ha⁻¹. C.V.: Coeficiente de Variação.

Não houve interação significativa e nem efeito do fator dose sobre os componentes de rendimento (Tabela 21).

Entre o número de aplicações do fungicida ocorreu diferença estatística apenas no rendimento (REN) e no peso de mil sementes (PMS) (Tabela 21). O maior REN e PMS foram observados com três aplicações do fungicida epoxiconazole + piraclostrobina. Concordando com os resultados obtidos por Barros; Castro e Patrício (2006), que relatam a maior eficiência no controle das doenças foliares e nos componentes de rendimento do trigo sob aplicações do fungicida trifloxystrobin + propiconazole.

A definição dos componentes de rendimento é determinada na fase vegetativa, sendo possível o número de espiguetas por espiga variar entre 20 a 30 (ALLISON; DAYNARD, 1976; KIRBY; APPLEYARD, 1984) embora o número real de espiguetas por espiga seja determinado pela duração do período do florescimento. Rahman; Wilson e Aitken (1977) relataram uma correlação positiva entre a duração da fase vegetativa e do número de espiguetas por espiga. Como a severidade das manchas foi maior a partir do final do florescimento, a maioria dos componentes não foi afetada (Tabela 21).

Tabela 21 – Número total de plantas em um metro (NTP), número de afilhos por planta (NPEP), altura média de planta (AMP), altura média de espiga (AME), número de espiguetas por espiga (NEG), número de grãos por espiga (NGEG), número de grãos por espiguetas (NGET), número de espigas por metro (ESM), peso hectolitro (PH), peso de mil sementes (PMS) e rendimento (REN), sob efeito das doses de fosfito e do número de aplicação de fungicida na cultura do trigo (*Triticum aestivum*), cultivar Supera. Castro – PR – Safra 2007

Dose de fosfito (g i.a. há ⁻¹)	NTP	NPEP	AMP (cm)	AME (cm)	NEG	NGEG	NGET	ESM	PH	PMS	REN (Kg ha ⁻¹)
0	97 ^{ns}	2,0 ^{ns}	62,9 ^{ns}	6,8 ^{ns}	11 ^{ns}	20 ^{ns}	1,8 ^{ns}	88,5 ^{ns}	79,5 ^{ns}	36,4 a ¹	3352 a
524	100	1,5	63,7	6,8	11	21	1,9	99,8	79,5	36,3 a	3508 a
1048	100	1,5	64,6	6,8	11	22	1,9	99,7	79,2	36,6 a	3387 a
2096	102	1,5	64,9	6,8	11	21	1,8	101,7	79,1	36,4 a	3323 a
Nº aplicação de epoxiconazole + piraclostrobina											
1	97 ^{ns}	1,5 ^{ns}	64,5 ^{ns}	6,8 ^{ns}	11 ^{ns}	21 ^{ns}	2 ^{ns}	96,9 ^{ns}	79,3 ^{ns}	35,9 b	3260 b
2	95	1,5	63,9	6,8	11	20	2	88,9	79,7	36,5 ab	3286 b
3	107	1,5	63,6	6,8	11	21	2	106,6	79,1	36,8 a	3631 a
C.V. (%)	12,3	5,6	4,7	5,0	5,5	8,1	6,9	14,7	1,1	2,4	8,0

¹Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ^{ns} Corresponde a não significativo C. V. Coeficiente de variação..

4 CONCLUSÃO

4.1 EFEITO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE FOSFITOS E FUNGICIDAS NO CRESCIMENTO MICELIAL E GERMINAÇÃO DE CONÍDIOS DE *Bipolaris sorokiniana*

Os fosfitos apresentam efeito direto sobre o patógeno.

O fosfito A inibiu totalmente a germinação dos conídios na concentração de 1000 mg L⁻¹.

A partir da concentração de 100 mg L⁻¹, o crescimento micelial foi inibido pelo fungicida epoxiconazole + piraclostrobina, e na concentração de 1000 mg L⁻¹, inibiu a germinação de conídios de *Bipolaris sorokiniana*.

4.2 FONTES DE FOSFITOS E ACIBENZOLAR-S-METIL ISOLADOS E ASSOCIADOS AO EPOXICONAZOLE + PIRACLOSTROBINA NO COMPLEXO DE DOENÇAS DO TRIGO.

O fosfito A em mistura com o fungicida controlou as manchas foliares.

Não houve diferença entre as fontes de fosfitos. Fosfitos isolados não controlam as manchas foliares.

4.3 EFEITO DE DIFERENTES DOSES DE FOSFITO ASSOCIADOS À FUNGICIDAS E MOMENTOS DE APLICAÇÃO NO CONTROLE DAS DOENÇAS FOLIARES DO TRIGO.

Não houve efeito da interação entre as doses de fosfito e número de aplicação de fungicida, no controle das manchas foliares.

A severidade das manchas foliares foi reduzida na dose de 1048 g i. a. ha⁻¹ de fosfito.

As doses de fosfito não alteram a produtividade do trigo.

5. REFERÊNCIAS

AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 5. ed. San Diego: Elsevier Academic Press, 2005. 922 p.

ALAM, K.; BANU, S. P.; SHAHEED, M. A. The occurrence and significance of spot blotch disease in Bangladesh. In: DUVEILLER, E.; DUBIN, H. J.; REEVES, J.; MCNAB, A. (Eds.). **Workshop *Helminthosporium* Diseases of Wheat: Spot Blotch and Tan Spot**. El Batan: Cimmyt, 1998. p. 63-66.

ALLISON, J. C. S.; DAYNARD, T. B. Effect of photoperiod on development and number of spikelets of a temperate and some low-latitude wheats. **Annals of Applied Biology**, [S.l.], n. 83, p. 93-102, 1976.

ALMEIDA, A. B. **Identificação e caracterização de fontes de resistência à ferrugem da folha em *Triticum tauchii* Coss. Schmal**. 2006, 77 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2006.

ANDREI, E. **Compêndio de defensivos agrícolas: guia prático de produtos fitossanitários para uso agrícola**. 7. ed. São Paulo: Organização Andrei Editora, 2005. 1141 p.

ANIKSTER, Y.; BUSHNELL, W. R.; EILAM, T.; MANISTERSKI, J.; ROELFS, A. P. *Puccinia recondita* causing leaf rust on cultivated wheats, wild wheats, and rye. **Canadian Journal of Botany/Revue Canadien de Botanique**, Canada, v. 75, n. 12, p. 2082-2096, 1997.

ANNONE, J. Tan spot of wheat in Argentina: Importance and prevailing disease management strategies. In: DUVEILLER, E.; DUBIN, H. J.; REEVES, J.; MCNAB, A. **Workshop *Helminthosporium* Diseases of Wheat: Spot Blotch and Tan Spot**. El Batan: Cimmyt, 1998. p. 339-345.

ANTONIAZZI, N. **Desenvolvimento de cevada em resposta ao uso de elicitores para controle de *Bipolaris sorokiniana***. 2005, 63 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal)) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

AZEVEDO, L. A. S. **Fungicidas sistêmicos: teoria e prática**. 1. ed. Campinas: EMOPI, 2007. 290 p.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2006. 237 p.

BALBI-PEÑA, M. I., BECKER, A., STANGARLIN, J. R., FRANZENER, G; LOPES, M. C.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Controle de *Alternaria solani* em tomateiro por

extratos de *Curcuma longa* e curcumina – I. Avaliação *in vitro*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 1, p. 10-14, 2006.

BARCELLOS, A. L.; MORAES FERNANDES, M. I. B. de; ROELFS, A. R. Ferrugem da folha do trigo (*Puccinia recondita*): durabilidade da resistência. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 23, p. 101-111, 1997.

BARROS, B. C. Trigo/Brasil: O papel das doenças na baixa produtividade. **Correio Agrícola**, São Paulo, v. 2, p. 703-710, 1985.

BARROS, B. C. **Avaliação da resistência varietal e da resposta de cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) ao controle químico de oídio, mancha marrom e ferrugem da folha**. 1988. 122 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.

BARROS, B. C.; SALGADO, C. L.; OLIVEIRA, D. A.; RUIZ, E. L. A. Efeito da inoculação artificial de *Heminthosporium sativum* (PAM.) King e Bakke em plantas de trigo em diferentes estádios de desenvolvimento. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 56, p. 75-77, 1989.

BARROS, B. C.; CASTRO, J. L.; PATRÍCIO, F. R. A. Resposta de cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) ao controle químico das principais doenças fúngicas da cultura. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 32, n. 3, p. 239-246, 2006.

BENHAMOU, N.; LAFONTAINE, P. J.; NICOLE, M. Seed treatment with chitosam induces systemic resistance to *Fusarium crown and root rot* in tomato plants. **Phytopathology**, St. Paul, v. 84, p. 1432-1444, 1994.

BOCKUS, W. W.; CLAASSEN, M. M. Effects of crop rotation and residue management practices on severity of tan spot of winter wheat. **Plant Disease**, St. Paul, v. 76, p. 633-636, 1992.

BONALDO, S. M.; PASCHOLATI, S. F.; ROMEIRO, R. S. Indução de resistência: noções básicas e perspectivas. In: CAVALCANTI, L. S.; DI PIERO, R. M.; CIA, P.; PASCHOLATI, S. F.; RESENDE, M. L. V.; ROMEIRO, R. S. **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 11-28.

BORKERT, C. M.; PAVAN, M. A.; BATAGLIA, O. C. Disponibilidade e avaliação de elementos catiônicos: Ferro e Manganês. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da; RAIJ, B. Van; ABREU, C. A. de. (Eds.) **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. 1. ed. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. p. 151-186.

BORRÁS, L.; SLAFER, G. A.; OTEGUI, M. E. Seed dry weight response to source-sink manipulations in wheat, maize and soybean: a quantitative reappraisal. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 86, n. 1, p. 131-146, 2004.

BOSTOCK, R. M. Signal conflicts and synergies in induced resistance to multiple attackers. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, Michigan, v. 42, p. 545-580, 2005.

BOWEN, K. L.; EVERTS, K. L.; LEATH, S. Reduction in yield of winter wheat in North Carolina due to powdery mildew and leaf rust. **Phytopathology**, St. Paul, v. 81, p. 503-511, 1991.

BRACKMANN, A.; FABIANO, R.; GIEH, H.; SESTARI, I.; STEFFENS, C. A. Fosfitos para o controle de podridões pós-colheita em maçãs 'Fuji' durante o armazenamento refrigerado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1039-1042, 2004.

BRAMMER, S. P. **Mapeamento de genes de resistência parcial à ferrugem da folha em cultivares brasileiras de trigo (*Triticum aestivum* L. em Thell)**. 2000. 105 p. Tese (Doutorado em Genética) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

BALBI-PEÑA, M. I.; BECKER, A.; STANGARLIN, J. R.; FRANZENER, G.; LOPES, M. C.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Controle de *Alternaria solani* em tomateiro por extratos de *Curcuma longa* e curcumina – I. Avaliação *in vitro*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 1, n. 10, p. 14, 2006.

CAMARGO, C. E. O.; OLIVEIRA, O. F. de. Tolerância de cultivares de trigo a diferentes níveis de manganês em solução nutritiva. **Bragantia**, Campinas, v. 42, n. 7, p. 65-78, 1983.

CHESTER, K. S. The nature and prevention of the cereal rusts as exemplified in the leaf rust of wheat. **Chronica Botânica**, Waltham, 1946. 269 p.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos, oitavo levantamento**. Brasília: Conab, 2008. Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acesso em: 05 jun. 2008.

COSTA, M. J. N.; ZAMBOLIM, L.; RODRIGUES, F. A. Avaliação de produtos alternativos no controle da ferrugem do cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 2, p. 150-155, 2007.

COSTAMILAN, L. M. **Momento de observar o oídio em trigo**. Disponível em: <<http://www.pagnarural.com.br>>. Acesso em: 09 jun. 2008.

COSTAMILAN, L. M.; SÓ E SILVA, M.; CAIERÃO, E. **Comportamento de genótipos de trigo quanto à severidade de oídio na safra 2006**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 8 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 69). Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br>>. Acesso em: 04 jul. 2008.

CUMMINS, G. B.; CALDWELL, R. M. The validity of binomials in the leaf rust fungus complex of cereals and grasses. **Phytopathology**, St. Paul, v. 46, p. 81-82, 1956.

DALBÓ, M. A.; SCHUCK, E. Avaliação do uso de fosfitos para o controle do míldio da videira. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 16, n. 3, p. 33, 2003.

DALLAGNOL, L. J.; BALARDIN, R. S.; NAVARINI, L.; KIRINUS, E. M. Influência das doenças foliares no rendimento de grãos na cultura do trigo. **Revista Faculdade de Zootecnia Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 13, n. 2, p. 20-27, 2006a.

DALLAGNOL, L. J.; NAVARINI, L.; UGALDE, M. G.; BALARDIN, R. S.; CATELAM, R. Use of Acibenzolar-S-Methyl to control foliar diseases of soybean. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 32, n. 3, p. 255-259, 2006b.

DANIEL R.; GUEST, D. I. Defence responses induced by potassium phosphonate in *Phytophthora palmivora*-challenged *Arabidopsis thaliana*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, Michigan, v. 67, p. 194-201, 2006.

DAY, A. D.; INTALAP, S. Some effects of soil moisture stress on the growth of wheat (*Triticum aestivum*, L. em Thell.). **Agronomy Journal**, Madison, v. 62, p. 27-29, 1970.

DE WAARD, M. A.; KIPP, E. M. C.; HORN, N. M.; VAN NISTELROOY, J. G. M. Variation in sensitivity to fungicides which inhibit ergosterol biosynthesis in wheat powdery mildew. **Netherlands Journal Plant Pathology**, Netherland, v. 92, p. 21-32, 1986.

DISMAL, N. S. **Ensinando a fornecer fósforo em etapas**. v. 81, n. 5, 1996.

DUBIN, H. J.; BIMB, H. P. Studies of soilborne diseases and foliar blights of wheat at the National Wheat Research Experiment Station, Bhairahawa, Nepal. Wheat Special Report. DF, Mexico, n. 36, 1994.

DUVEILLER, E.; DUBIN, H. J. Helminthosporium leaf blights: spot blotch and tan spot. In: CURTIS, B. C.; RAJARAM, S.; MACPHERSON, H. G. (Eds.) **Bread Wheat Improvement and Production**. Rome. FAO. 2002. Plant Production and Protection Series. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 1 de julho de 2008.

DUVEILLER, E.; GARCÍA, I.; TOLEDO, J.; FRANCO, J.; CROSSA, J.; LOPEZ, F.; Evaluation of resistance to spot blotch of wheat in Mexico: improvement of disease assessment in the field and under controlled conditions. In: DUVEILLER, E.; DUBIN, H. J.; REEVES, J.; MCNAB, A. (Eds.) **Workshop Helminthosporium Diseases of Wheat: Spot Blotch and Tan Spot**, El Batan: Cimmyt, p. 171-181, 1998.

ELLIS, M. B. **Dematiaceous Hyphomycetes**. London: Commonwealth Mycological Institute, 1971, 608 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ) **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999a. 412 p.

EMBRAPA. **Manual de análises de solos, plantas e fertilizantes**. Embrapa. Brasília. 1999b. 370 p.

EPSTEIN, E. **Mineral nutrition of plants: principles and perspectives**. New York: John Wiley & Sons, 1972. 412 p.

ESTOLTE, R. E. **Sensibilidade de *Bipolaris sorokiniana* e de *Drechslera tritici-repentis* a fungicidas “in vitro”**. 2006, 103 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2006.

EVERTS, K. L.; LEATH, S. Effect of early season powdery mildew on development, survival, and yield contribution of tillers of winter wheat. **Phytopathology**, St. Paul, v. 82; p.1273-1278, 1992.

FENN, M. E.; COFFEY, M. D. Further evidence for direct mode of action of phosethyl-al and phosphorous acid. **Phytopathology**, St. Paul, v. 75, p. 1064-1068, 1985.

FERNANDES, J. M. C.; PICININI, E. C. Controle da ferrugem da folha e das manchas bronzeada da folha de trigo pelo uso de fungicidas em tratamento de sementes. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 131-131, 2001. (Resumo)

FERNANDES, J. M. C.; PICININI, E. C. **Controlando as doenças do trigo na hora certa**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1999. 3 p. html (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 22). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co22.htm> Acesso em: 05 setembro 2008.

FERNANDES, J. M. C.; ROSA, O. S.; PICININI, E. C. Perdas no potencial de rendimento de linhas quase isogênicas de trigo devido ao oídio. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 13, n. 2, p. 131-131, 1988. (Resumo).

FERNANDES, J. M. C.; VIEIRA, J. C.; PICININI, E. C.; SARTORI, J. F.; PRESTES, A. M. Resposta de cultivares de trigo ao tratamento com fungicidas. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO. Porto Alegre. **Anais...** Sanidade. Passo Fundo: Embrapa, Cnptrigo, 1980. p. 56 –75.

FISCHER, R. A. The effects of water stress at various stages of development on yield processes in wheat. In: SLATYER, R.O. (Ed.). Plant responses to climatic factors. Paris: UNESCO, 1973. p. 233-241.

FRIEDRICH, S.; BOYLE, C. Wirkung unterschiedlicher Luftfeuchten auf die Production und Keimung der Konidien von *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici* *in vitro*. **Journal of Plant Disease and Protection**, Germany, v. 100, p. 180-188, 1986.

FURLAN, S. H. Efeito de possíveis indutores de resistência no controle da ferrugem asiática da soja e na germinação de uredósporos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 2006, Londrina. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2006. p. 112.

GIORDANI, N. A.; NETO, N. Resposta de cultivares e linhagens de trigo a fungicidas em 1985. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 14. 1986, Londrina. **Resumos...** Londrina: Iapar, 1986, p. 88.

GÖRLACH, J.; VOLRATH, S.; KNAUF-BEITER, G.; HENGY, G.; BECKHOVE, U.; KOGEL, K. H.; OOSTENDORP, M.; STAUB, T.; WARD, E.; KESSMANN, H.; RYALS, J. Benzothiadiazole, a novel class of inducers of systemic resistance, activates gene expression and disease resistance in wheat. **The Plant Cell**, [S.l.], v. 8, p. 629-643, 1996.

GUEST, D. I.; BOMPEIX, G. The complex action mode of action of phosphonates. **Australasian Plant Pathology**, Orange, v. 19, p. 113-115, 1990.

GUEST, D. I.; GRANT, B. R. The complex action of phosphonates as antifungal agents. **Biological Review**, [S. l.], v. 66, p. 159-187, 1991.

GUIMARÃES, G. C.; LIMA, R. M. F.; OLIVEIRA, M. L. M. Flotação de diferentes tipologias de minério fosfático de Tapira/MG, usando o coletor óleo de soja hidrogenado. REM: **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 57, n. 3, p. 203-207. 2004.

HAMMERSCHMIDT, R.; METRAUX, J. P.; VAN LOON, L. C. Inducing resistance: a summary of papers presented at the First International Symposium on Induced Resistance to Plant Diseases. **European Journal of Plant Pathology**, London, v. 107, p. 1-6, 2001.

HEINEMANN, A. B.; STONE, L. F.; DIDONET, A. D.; TRINDADE, M. G.; SOARES, B. B.; MOREIRA, J. A. A.; CÁNOVAS, A. D. Eficiência de uso da radiação solar na produtividade do trigo decorrente da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 352-356, 2006.

HETZLER, J.; EYAL, Z.; MEHTA, Y. R.; CAMPOS, L. A. C.; FEHRMANN, H.; KUSHNIR, U.; OREN, J. Z.; COHEN, L. Interaction between *Cochliobolus sativus* and wheat cultivars. In: SAUNDERS, D. A. (Eds.) International Conference On Wheat for Non-Traditional Warmer Areas. Mexico: Cimmyt, 1991. p. 146-164.

IAPAR. **Cartas climáticas do estado do Paraná** - 2000. Disponível em: <www.iapar.br/Sma/Cartas_Climaticas>. Acesso em: 24 out. 2008.

INDICAÇÕES TÉCNICAS DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO – TRIGO E TRITICALE – 2005. In: XXXVII REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, Cruz Alta: Fundacep, 2005. p. 157.

INDICAÇÕES TÉCNICAS DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO – TRIGO E TRITICALE – 2004. In: XXXVI REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. p. 157.

JOHNSON, D. A.; INGLIS, D. A.; MILLER, J. S. Control of potato tuber rots caused by oomycetes with foliar applications of phosphorous acid. **Plant Disease**, St. Paul, v. 88, p. 1153-1159, 2004.

KIRBY, E. J. M.; APPLEYARD, M. **Cereal development guide**. Stoneleigh, Kenilworth, U K, N. A. C. Arable Unit. p. 95, 1984.

LAMB, C. A. Physiology. In: Wheat and wheat improvement. **American Society of agronomy**, Madison, p. 181-223, 1967.

LEROUX, P. Recent developments in the mode action of fungicides. **Pesticide Science**, New York, v. 47, p. 191-197, 1996.

LINHARES, W. I. Perdas de produtividade ocasionadas por oídio na cultura de trigo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 13, n. 1, p. 74-75, 1988.

LIZZI, Y.; COULOMB, C.; POLIAN, C.; COULOMB, P. J.; COULOMB, P. O. L'algue face au Mildiou quel avenir? **Phytoma**, Paris. n. 508, p. 29-30, 1998.

LOUGHMAN, R., WILSON, R. E., ROAKE, J. E., PLATZ, G. J., REES, R. G.; ELLISON, F. W. Crop management and breeding for control of *Pyrenophora tritici-repentis* causing yellow spot of wheat in Australian. In: DUVEILLER, E.; DUBIN, H. J.; REEVES, J.; MCNAB, A. (Eds.) **Workshop Helminthosporium Diseases of Wheat Spot Blotch and Tan Spot**. El Batan: Cimmyt, 1998. p. 10-17.

LUO, Y.; ZENG, S. M. Simulation studies on epidemics of wheat stripe rust (*Puccinia striiformis*) on slow-rusting cultivars and analysis of effects of resistance components. **Plant Pathology**, London, v. 44, p. 340-349, 1995.

MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. Curitiba. Editor Banco de Desenvolvimento do Paraná/UFPR/IBPT, 1968. 442 p.

MALAVOLTA, E. **ABC da Análise de Solos e Folhas: amostragem, interpretação e sugestões de adubação**. São Paulo: Ceres, 1992. 124 p.

MALUSA, E.; TOSI, L. **Phosphorous acid residues in apples after foliar fertilization: results of field trials**. London: Taylor and Francis, v. 22, n. 6, p. 541-548, 2005.

MARGOT, P.; HUGGENBERG, F.; AMREIN, J.; WEISS, B. A new broad-spectrum strobilurin fungicide. **Crop Protection Conference on Plant Disease**, Brighton, p. 375-383. 1998.

MAZARO, S. M. **Indução de resistência à doenças em morangueiro pelo uso de elicitores**, 2007. 87 f. Tese (Doutorado em Agronomia (Produção Vegetal)) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

McDONALD, A. E.; GRANT, B.; PLAXTON, W. C. Phosphite (phosphorous acid): Its relevance in the environment and agriculture and influence on plant phosphate starvation response. **Journal Plant Nutrition**, New York, v. 24, p. 1505-1519, 2001.

MCKENZIE, D. The development of Acibenzolar-S-Methyl (ASM) for use in crop management. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, p. 256-256, Suplementos, 2001. (Resumo)

MCMULLEN, M. P.; HOSFORD, D. R. **Tan spot of wheat**. Fargo: North Dakota Agricultural Experimental Station, 1989. 766 p.

MEHTA, Y. R. **Doenças do Trigo e Seu Controle**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda, 1978. 190 p.

MEHTA, Y. R. Produção de conídios, período de esporulação e extensão da lesão por *Helminthosporium sativum* nas folhas-bandeiras de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 16, p. 77-79, 1981.

MEHTA, Y. R. **Manejo integrado de enfermidades del trigo**. Santa Cruz de la Sierra: Imprenta Landivar, 1993. 314 p.

MICHEREFF, S. J. **Controle cultural de doenças de plantas**. Disponível em: <www.fag.edu.br/professores/smtrento/T16.pdf> Acesso em: 28 maio 2008.

MORAES, W. Bioquímica de la resistencia: un control alternativo de la roya del cafeto. In: **La Roya Del Cafeto Conocimiento Y Control**, Alemanha: Dse-Gtz, p. 65-187, 1991.

MORAES-FERNANDES, M. I. B.; ZANATTA, A. C. A.; PRESTES, A. M.; CAETANO, V. R.; BARCELLOS, A. L.; ANGRA, D. C.; PANDOLFI, V. Cytogenetics and immature culture embryo at Embrapa Trigo breeding program: transfer of disease from related species by artificial resynthesis of hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L. em Thell). **Genetics and Molecular Biology**, v. 23, n. 4, p. 1051-1062, 2000.

MUCHOVEJ, J. J.; MUCHOVEJ, R. M. C.; RIBEIRO-NESIO, M. L. Taxonomia de *Drechslera*, *Bipolaris* e *Exserohilum*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 13, p. 211-223, 1988.

NASCIMENTO, A. R.; FERNANDES, P. M.; ROCHA, M. R.; SILVA, E. A. Fontes de fosfito e acibenzolar-S-metil no controle de doenças e produtividade o tomateiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 1, p. 53-59, 2008.

NAVARINI, L.; DALLAGNOL, L. J.; BALARDIN, R. S.; HENRIQUE T.; DIDONE, H. T.; RUBIN, G. Controle químico das doenças foliares em cultivares de trigo. **Revista Faculdade de Zootecnia Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 12, n. 1, p. 34-43, 2005.

NEGRI, G. **Controle da Podridão parda em pessegueiro conduzido em sistema orgânico e produção do antagonista *Trichothecium roseum***, 2007, 131 f. Tese (Doutorado em Agronomia (Produção Vegetal)) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

NEVES, J. S. **Influência da aplicação de fosfito de potássio na severidade da ferrugem asiática da soja**. 2006, 60 p. Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2006.

OLIVEIRA, H. V.; DOMICIANO, G. P.; XAVIER FILHA, M. S.; MOREIRA, W. R.; PEREIRA, S. C.; ANDRADE, C. C. L.; RODRIGUES, F. A.; VALE, F. X. R. Efeito do silício na atividade de enzimas de defesa do trigo á mancha marrom. In XXXXI Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 2008, Belo Horizonte. **Tropical Plant Pathology**, Brasilia: Fitopatologia Brasileira, v. 33, p. xx-xx, 2008.

OR SEMENTES. **Cultivares OR 2001 - Para quem busca lucratividade e segurança**. Disponível em: <<http://www.orsementes.com.br/prod.htm>>. Acesso em: 29 maio 2008.

OSÓRIO, L.; GARCÍA, I.; LOPEZ, F.; DUVEILLER, E. Improving the control of tan spot caused by *Pyrenophora tritici-repentis* in the Mixteca Alta of Oaxaca, Mexico. In: DUVEILLER, E.; DUBIN, H. J.; REEVES, J.; MCNAB, A. (Eds.) **Workshop *Helminthosporium* Diseases of Wheat Spot Blotch and Tan Spot**. El Batán: Cimmyt, p. 142-145, 1998.

PASCHOLATI, S. F. **Potencial de *Saccharomyces cerevisiae* e outros agentes bióticos na proteção de plantas contra patógenos**. 1998. 123 p. Tese (Livre Docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

PAULERT R; SMÂNIA JÚNIOR A; STADNIK M. J; PIZZOLATTI M. Antimicrobial properties of extracts from the green seaweed *Ulva fasciata* Delile against pathogenic bacteria and fungi. **Algological Studies**, Alemanha, v. 123, p. 123-130, 2007.

PEREIRA, R. B.; ALVES, E.; RIBEIRO JÚNIOR, P. M.; RESENDE, L. V.; LUCAS, G. C.; FERREIRA, J. B. Extrato de casca de café, óleo essencial de tomilho e

acibenzolar-S-metil no manejo da cercosporiose-do-cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 10, p. 1287-1296, 2008.

PICININI, E. C.; FERNANDES, J. M. C. Controle das doenças de trigo. In: CUNHA, G.R.; BACALTCHUK, B. (Eds.). **Tecnologia para produzir trigo no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Assembléia Legislativa, Comissão de Agricultura, Pecuária e Cooperativismo. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. p. 225-243. (Série Culturas, 02)

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**, Brasília, v. 20, p. 319, 1995.

PIETERSE, C. M. J.; VAN PELT, J. A.; VAN WEES, S. C. M.; TON, J.; VERHAGEN, B. W. M.; LEÓN-KLOOTERZIEL, K.; HASE, S.; DE VOS, M.; VAN OOSTEN, V.; POZO, M.; SPOEL, S.; VAN DER ENTE, S.; KOORNNEEF, A.; CHALFUN-JUNIOR, A.; RESENDE, M. L. V.; VAN LOON, L. C. Indução de resistência sistêmica por rizobactérias e comunicação na rota de sinalização para uma defesa refinada. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 13, p. 277-295, 2005.

PRATES, L. G.; FERNANDES, J. M. C. Avaliando a taxa de expansão de lesões de *Bipolaris sorokiniana* em trigo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, p. 185-191, 2001.

PRESTES, A. M. Ocorrência de manchas foliares do trigo. In: problemas fitossanitários associados à lavoura de trigo no estado do Rio Grande do Sul em 2005. Embrapa Trigo. Disponível em : <<http://www.cnpt.embrapa.br>>. Acesso em: 10 jun. 2008.

PRESTES, A. M.; SANTOS, H. P.; REIS, E. M. Práticas culturais e incidência de manchas foliares em trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília: v. 37, n. 6, p. 791-797, 2002.

RAHMAN, M. S.; WILSON, J. H.; AITKEN, V. Determination of spikelet number in wheat. II. Effect of varying light level on ear development. **Australian Journal Agricultural Research**, Austrália, v. 26, p. 575-581, 1977.

RAIJ, B. Van.; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1996. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

REES, R. G.; PLATZ, G. J. Tan spot and its control - some Australian experiences. In: FRANCL, L. J.; KRUPINSKY, J. M.; MCMULLEN, M. P. **Advances in tan spot research**. Fargo: North Dakota Agricultural Experimental Station, 1992. 146 p.

REES, R. G.; PLATZ, G. J. The epidemiology of yellow spot of wheat in southern Queensland. **Australian Journal Agricultural Research**, Austrália, v. 31, p. 259-267, 1980.

REIS, E.M. **Doenças do trigo. I - Podridão comum de raízes. Helminthosporiose**. São Paulo 1988. 20 p.

REIS, E. M. **Doenças do trigo V – Ferrugens**. São Paulo, 1991. 20 p.

REIS, E. M.; FORCELINI, C. A. Transmissão de *Bipolaris sorokiniana* de sementes para órgãos radiculares e aéreos do trigo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 76-81, 1993.

REIS, E. M., CASA, R. T.; HOFFMANN, L. L. Efeito do oídio, causado por *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici*, sobre o rendimento de grãos de trigo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 22, p. 492-495, 1997.

REIS, E. M.; CASA, R. T. ; FORCELINI, C. A. Doenças do trigo. In: KIMATI, H.; AMIRIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. (Org.). **Manual de Fitopatologia**. 3 ed. São Paulo: Agronomica Ceres, 1997. p. 723-725.

REIS, E. M., MADEIROS, C.; CASA, R. T. Control of leaf blights of wheat by the elimination of the inoculum source. In: DUVEILLER, E.; DUBIN, H. J.; REEVES, J.; MCNAB, A. **Workshop Helminthosporium Diseases of Wheat Spot Blotch and Tan Spot**. El Batan: Cimmyt, 1998. p. 327-332.

REIS, E. M.; CASA, R. T.; MEDEIROS, C. A. **Diagnose, patometria e controle de doenças de cereais de inverno**. Londrina: Londrina, 2001. 94 p.

REIS, E. M.; CASA, R. T. **Doenças dos cereais de inverno: diagnose, epidemia e controle**. 2. ed. Lages: Graphel, 2007. 176 p.

REUVENI, M. Post-infection applications of K_3PO_3 , phosphorous acid and dimethomorph inhibit development of Downy mildew caused by *Plasmopara viticola* on grapes. **Journal of Small Fruit & Viticulture**, Baton Rouge, v. 5, p. 27-38, 1997.

RODRIGUES, L. R. A. **Fatores Morfofisiológicos de Plantas Forrageiras e o Manejo das Pastagens**. In: I CURSO DE MANEJO DE PASTAGENS, São Paulo: Nova Odessa-SP, 1985. p. 2-18.

RODRIGUES, O.; LHAMBY, J. C. B.; DIDONET, A. D.; MARCHESE, J. A.; SCIPIONI, C. Efeito da deficiência hídrica na produção de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 6, p. 839-846, 1998.

ROELFS, A. P.; SINGH, R. P.; SAARI, E. E. Las royas del trigo: conceptos y métodos para el manejo de esas enfermedades. México: Cimmyt, 1992. 81 p.

ROHRBACH, K. G.; SCHENCK, S. Control of pineapple heart rot, caused by *Phytophthora parasitica* and *P. Cinnamomi*, with fosetyl-al and phosphorous acid. **Plant Disease**, St. Paul, v. 69, p. 320-323, 1985.

SAMBORSKI, D. J. Wheat leaf rust. In: ROELFS, A. P.; BUSHNELL, W. R. **The cereal rusts, diseases, distribution, epidemiology, and control**, Orlando, v. 2, p. 39-59, 1985.

SANTOS, V. M. R.; DONNICI, C. L.; DACOSTA, J. B. N.; CAIXEIRO, J. M. R. Organophosphorus pentavalent compounds: history, synthetic methods of preparation and application as insecticides and antitumor agents. **Química Nova**, v. 30, n. 1, 2007.

SAVILE, D. B. O. Taxonomy of the cereal rust fungi. In: W. R. Bushnell, A. P. Roelfs. **The cereal rusts, origins, specificity, structures, and physiology**, Orlando: Academic Press, v. 1, 1984. p. 79-112.

SCHILDER, A. M. C; BERGSTROM, G. C. Tan spot. In: MATHUR, S. B.; CUNFER, B. M. **Seedborne diseases and seed health testing of wheat**, Copenhagen, Denmark, Jordburgsforlaget, p. 113-122, 1993.

SHANER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. **Phytopathology**, St. Paul, v. 67, n. 8, p. 1051-1056, 1977.

SINGH, R. P.; HUERTA-ESPINO, J.; ROELFS, A. P. The wheat rusts. In: CURTIS, B. C.; RAJARAM, S.; MACPHERSON, H. G. **Bread Wheat Improvement and Production**. Rome. FAO. 2002. Plant Production and Protection Series, 30. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 30 de mai. de 2008.

SLATYER, R. O. Physiological significance of internal water relations to crop yield. In: EASTIN, F. A.; SULLIVAN, C. Y.; VAN BAVEL, C. H. M. **Physiological aspects of crop yield**. Madison: WI. Inc. 1969. p. 53-83.

SMILLIE, R.; GRANT, B. R.; GUEST, D. The mode of action of phosphite: evidence for both direct and indirect modes of action on three *Phytophthora spp.* in plants. **Phytopathology**, St. Paul. v. 79, p. 921-926, 1989.

SÔNEGO, O. R.; CZERMAINSKI, A. B. C. **Avaliação de fosfitos no controle do mildio da videira**. Bento Gonçalves: EMBRAPA UVA E VINHO, 2003. 16 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 11).

SÔNEGO, O. R; GARRIDO, L. da R. **Avaliação da eficácia de algumas marcas comerciais de fosfito de potássio e de fosfonato de potássio no controle do mildio da videira**. Bento Gonçalves, EMBRAPA Uva e Vinho, 2005. 13 p. (Circular Técnica n. 60).

SPURR, H. W. JR.; KIESLING, R. L. Field studies of parasitism by *Helminthosporium sorokiniana*. **Plant Disease**, St. Paul, v. 45, p. 941-943, 1961.

STADNIK, M. J.; TALAMINI V. **Manejo Ecológico de Doenças de Plantas**. Florianópolis: CCA-UFSC, 2004. p. 293.

STUBBS, R. W.; PRESCOTT, J. M.; SAARI, E. E.; DUBIN, H. J. **Cereal disease methodology manual**. México: Cimmyt, 1986. p. 46.

SUGUI, J. A. **Estudos de matrizes extracelulares secretadas pelos fungos *Cochliobolus heterostrophus*, *Colletotrichum graminicola* e *Pestalotia malicola***. 1998 127 p. Tese (Doutorado em Bioquímica) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**, 3. ed., Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TAVARES, G. M.; SOUZA, P. E.; Efeito de fungicidas no controle *in vitro* de *Colletotrichum gloeosporioides*, agentes etiológicos da antracnose do mameiro (*Carica papaya* L.). **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 52-59, 2005.

TÖFOLI, J. C.; DOMINGUES, R. J.; KUROZAWA, C. Ação "in vitro" de fungicidas no crescimento micelial e germinação de conídios de *Alternaria solani*, agente causal da pinta preta do tomateiro". **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 70, n. 3, p. 337-345, 2003.

TRIPLER, C.; MEHTA, Y. R. Efeito da idade da folha bandeira de trigo na expressão de resistência a *Bipolaris sorokiniana*. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 167-169, 1997.

TUCKER, C. J. Remote sensing of total dry matter accumulation in winter wheat. **Remote Sensing of Environment**, Oxford, n. 11, p. 171-189, 1981.

TUCKER, C. J.; HOLBEN, B. N.; ELGIN, J. H.; MCMURTREY, J. E. Red and photographic infrared linear combination for monitoring vegetation. **Remote Sensing of Environment**, Oxford, n. 8, p.127-150, 1979.

VIEDMA De, L.; KOHLI, M. M. Spot blotch and tan spot of wheat in Paraguay. In: DUVEILLER, E.; DUBIN, H. J.; REEVES, J.; MCNAB, A. **Workshop *Helminthosporium* Diseases of Wheat: Spot Blotch and Tan Spot**. El Batán, Cimmyt, p. 126-133, 1998.

VITTI, G. C.; LUZ, P. H. C.; OTTO, R.; QUEIROS, F. E. C.; PACKER, L. A. Utilização de fosfito em cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR, 2005. Piracicaba. **Resumos...** Campinas: Intercuf Ind. e comercio LDTA, 2005. p. 17.

WARD, S. V.; MANNERS, J. G. Environmental effects on the quantity and viability of conidia produced by *Erysiphe graminis*. **Transactions of the British Mycological Society**, [S. l.], v. 62, p. 119-128, 1974.

WIESE, M. V. **Compendium of wheat diseases**. 2. ed. Saint Paul (USA): Academic Press, p. 112, 1998.

WIESE, M. V. **Compendium of Wheat Diseases**. The American Phytopathological Society, St. Paul. p. 112, 1987.

WILKINSON C. J.; HOLMES J. M.; DELL B.; TYNAN K. M.; McCOMB J. A.; SHEARER B. L.; COLQUHOUN I. J.; HARDY G. E. ST. J. Effect of phosphite on in planta zoospore production of *Phytophthora cinnamomi*. **Plant Pathology**, London, v. 50, p. 587, 2001.

WORDELL FILHO, J. A.; MARTINS, D. A.; STADNIK, M. J. Aplicação foliar de tratamentos para o controle do míldio e da podridão-de-escamas de bulbos de cebola. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 544-549, 2007.

WRIGHT, C. G.; PEÑA. M. **Foliar applications of lo-biuret urea and potassium phosphite to navel orange trees**. 2002. Disponível em: <<http://ag.arizona.edu>>. Acesso em: 21 mai. 2008.

XIAO, Z., SUN, L.; XIN, W. Breeding for resistance in Heilongjiang province, China. In: DUVEILLER, E.; DUBIN, H. J.; REEVES, J.; MCNAB, A. **Workshop Helminthosporium Diseases of Wheat: Spot Blotch and Tan Spot**. El Batan: Cimmyt, 1998. p. 114-118.

YPEMA, H. L.; GOLD, R. E. Kresoxim methyl: modification of a naturally occurring compound to produce a new fungicide. **Phytopatology**, St. Paul, v. 83, p. 4-19, 1999.

ZADOKS, J. C.; CHANG, T. T.; KONZAK, C. F. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Research**, Oxford, v. 14, p. 415-421, 1974.

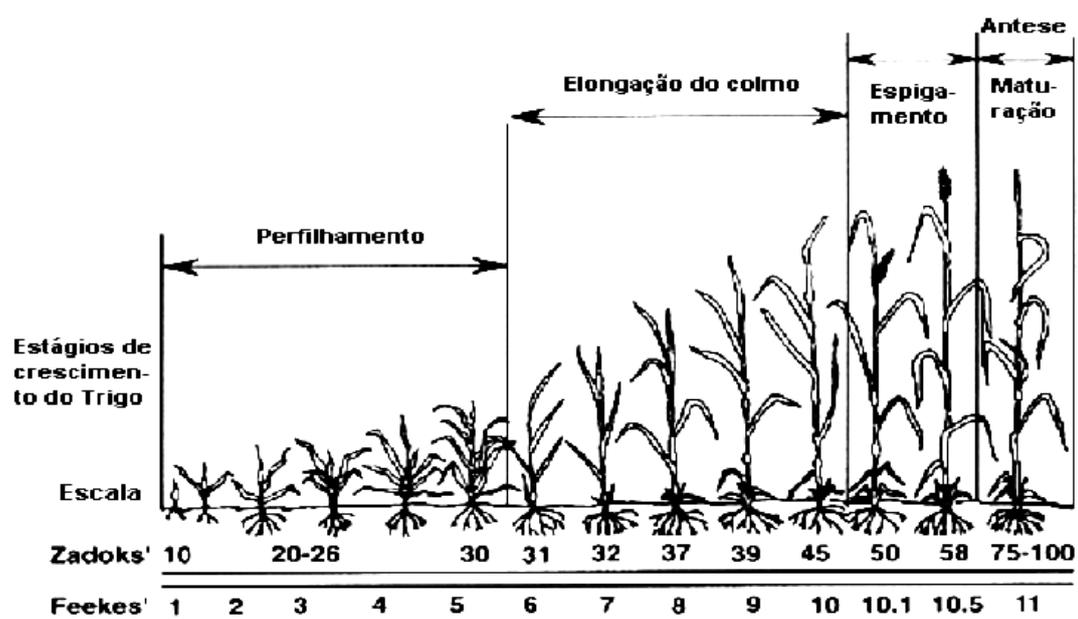
ZAMBOLIN, L.; VENTURA, J. A. Resistência a doenças induzida pela nutrição mineral das plantas. **Revisão Annual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 1, p. 275-319, 1993.

ZAMBOLIM, L. **Sementes: qualidade fitossanitária**. Viçosa: UFV, DFP, 2005. p. 218-334.

ZAMBOLIM, L. **Manejo integrado da ferrugem asiática da soja**. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Ferrugem Asiática da Soja**. Viçosa: UFV, DFP, 2006. p. 73-98.

ZILLINSKY, F. **Common diseases of small grain cereals, a guide to identification**. México: Cimmyt, p. 141, 1983.

ANEXO A – ESCALA FENOLÓGICA



ANEXO 1 – Escala de Zadoks; Chang e Konzak (1974) utilizada para caracterização dos estádios fenológicos da cultura do trigo.

ANEXO B – CARACTERIZAÇÃO DO SOLO DOS EXPERIMENTOS

ANEXO 2 – Resultados da análise químicas do solo das áreas nas profundidades de 0 – 20 cm. a) Arapoti; b) Palmeira; c) Tibagi e d) Castro

a) Arapoti

Identificação	P mg/dm ³	M.O. g/dm ³	pH	H+Al	Al ----- mmol _c /dm ³	K	Ca ----- mmol _c /dm ³	Mg -----	S.B.	C.T.C.	V --- % ---	Al -----
00-20	56	25,37	5,2	28	<0,1	2,5	32	14	48,5	76,6	63	>0,1

b) Palmeira

Profundidade (cm)	P mg/dm ³	M.O. g/dm ³	pH	H+Al	Al ----- mmol _c /dm ³	K	Ca ----- mmol _c /dm ³	Mg -----	S.B.	C.T.C.	V --- % ---	Al -----
00-20	21,1	37	5,13	68,7	1,4	6,29	36	16,26	58,5	127,2	45,98	3,06

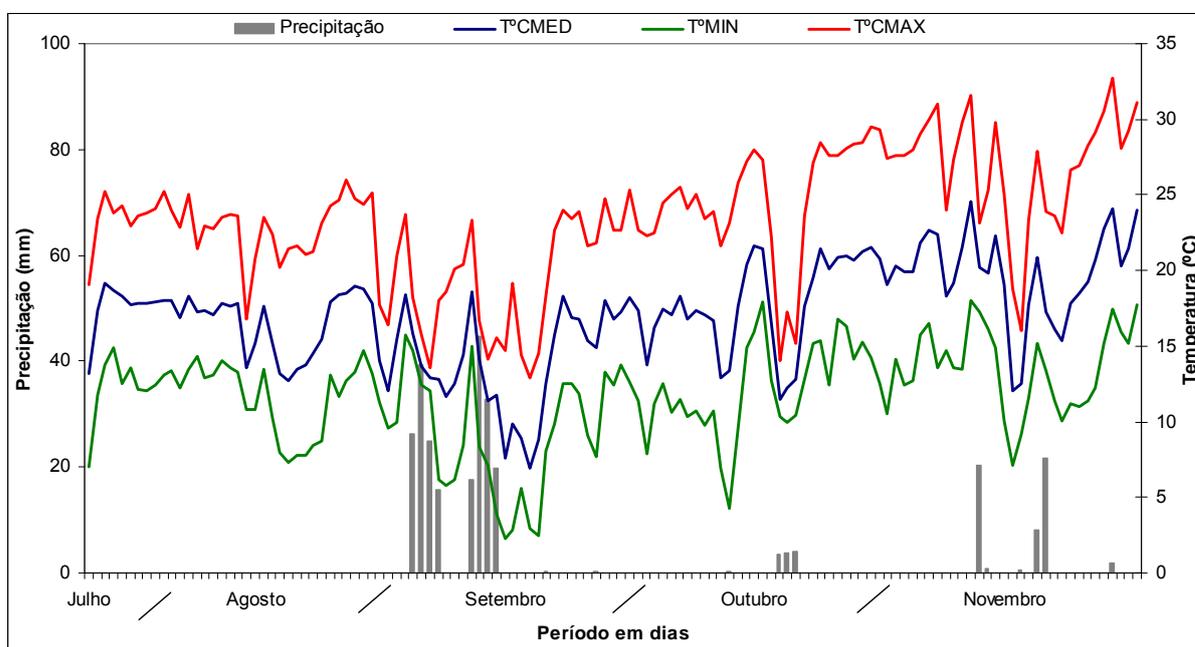
c) Tibagi

Profundidade (cm)	P mg/dm ³	M.O. g/dm ³	pH	H+Al	Al ----- mmol _c /dm ³	K	Ca ----- mmol _c /dm ³	Mg -----	S.B.	C.T.C.	V --- % ---	Al -----
00-20	19	45,53	5,2	48	0,7	1,4	48	16	65,4	113,9	57	1,1

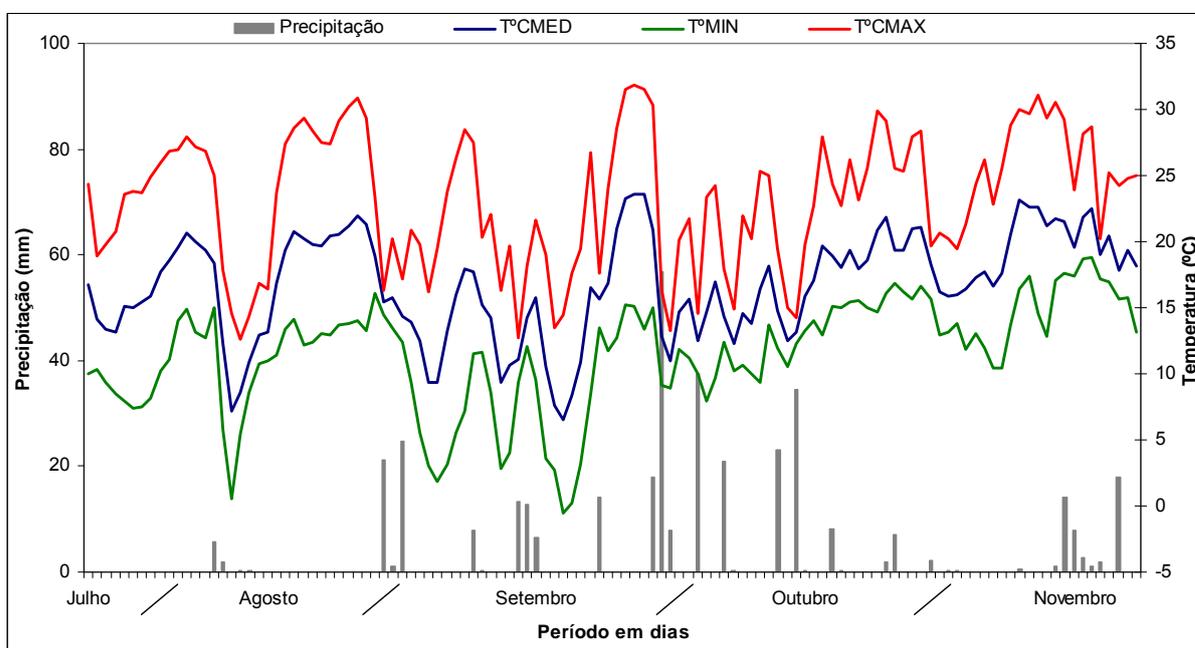
d) Castro

Profundidade (cm)	P mg/dm ³	M.O. g/dm ³	pH	H+Al	Al ----- mmol _c /dm ³	K	Ca ----- mmol _c /dm ³	Mg -----	S.B.	C.T.C.	V --- % ---	Al -----
00-20	19	45,53	5,2	48	0,7	1,4	48	16	65,4	113,9	57	1,1

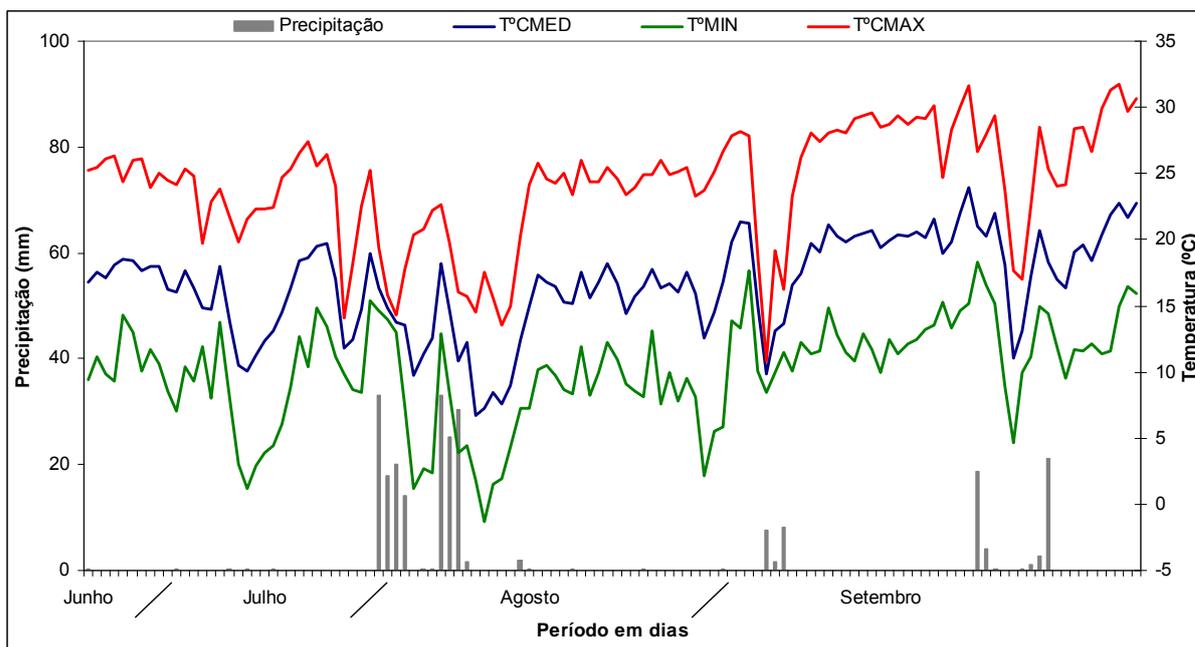
**ANEXO C – CONDIÇÕES CLIMÁTICAS OCORRIDAS DURANTE A CONDUÇÃO
DOS EXPERIMENTOS**



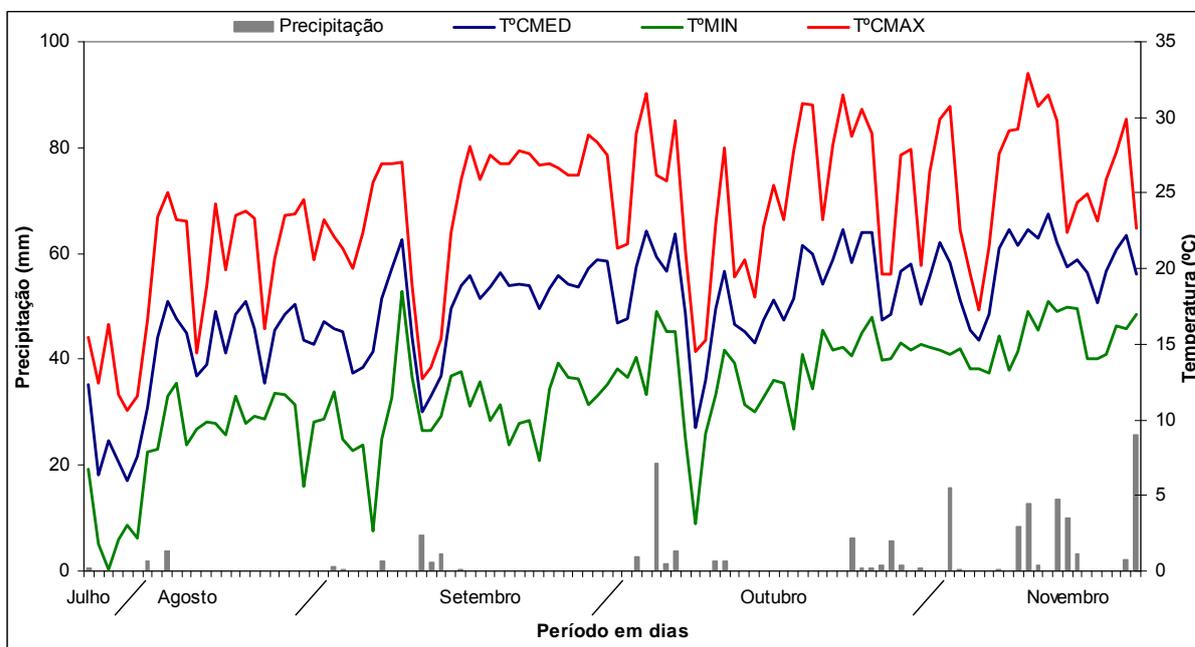
ANEXO 3 – Precipitação diária e temperatura diária média, mínima e máxima ocorridas no período de condução do experimento. Dados obtidos na estação meteorológica da Fundação ABC. Arapoti – PR. Safra 2007 – Período de Inverno.



ANEXO 4 – Precipitação diária e temperatura diária média, mínima e máxima ocorridas no período de condução do experimento. Dados obtidos na estação meteorológica da Fundação ABC. Fernandes Pinheiro/Palmeira – PR. Safra 2006 – Período de Inverno.



ANEXO 5 - Precipitação diária e temperatura diária média, mínima e máxima ocorridas no período de condução do experimento. Dados obtidos na estação meteorológica da Fundação ABC. Tibagi – PR, Safra 2007 – Período de Inverno.



ANEXO 6 – Precipitação diária e temperatura diária média, mínima e máxima ocorridas no período de condução do experimento. Dados obtidos na estação meteorológica da Fundação ABC. Castro – PR, Safra 2007 – Período de Inverno.

ANEXO D – CARACTERÍSTICAS DAS CULTIVARES

ANEXO 7 – Descrição das cultivares Avante, BRS 208 e Supera, utilizadas nos experimentos.

AVANTE		BRS 208	
Nome da linhagem	ORL 96489	Nome da linhagem	WT 96063
Entidade detentora	OR Melhoria de Sementes Ltda.	Entidade detentora	Embrapa Soja
Entidade criadora	OR Melhoria de Sementes Ltda.	Entidade criadora	Embrapa Soja
Cruzamento	PF89232/2*OR-1	Cruzamento	CPAC 89118/3/BR 23//CEP 19/PF 85490
Ano de lançamento	2001	Ano de lançamento	2001
Qualidade industrial	W=190	Qualidade industrial	W = intervalo de 183 a 469; média de 296
Classe comercial	Trigo Pão	Classe comercial	Trigo Pão
Hábito vegetativo	Semi-ereto	Hábito vegetativo	Intermediário
Coloração das aurículas	Incolor	Coloração das aurículas	Incolor
Posição das folhas	Ereta	Posição das folhas	Intermediária
Aristas	Aristada	Aristas	Aristada
Altura da planta: Avante	Baixa: intervalo de 75 a 90 cm; média de 80 cm	Altura da planta: BRS 208	Média: intervalo de 77 a 102 cm; média de 89 cm
Alcover	Média: intervalo de 80 a 95 cm; média de 86 cm	CEP 24	Média: intervalo de 75 a 135 cm; média de 108 cm
Forma das espigas	Predominantemente oblonga	Forma das espigas	Fusiforme
Posição das espigas	Pendente e intermediária	Posição das espigas	Pendente
Coloração das espigas	Clara	Coloração das espigas	Clara
Coloração dos grãos	Vermelho-claro	Coloração dos grãos	Vermelha clara
Textura dos grãos	Semidura	Textura dos grãos	Semidura
Peso do hectolitro:	Média: 78.1 kg/hl	Peso do hectolitro	Média: 78
Peso de mil sementes:	Média: 33.9g	Peso de mil sementes	Média: 35 g
Germinação do grão na espiga	Moderadamente resistente	Germinação natural do grão na espiga	Moderadamente sensível
Debulha natural	Suscetível	Debulha natural	Moderadamente tolerante
Ciclo: Avante	Médio: espigamento de 65 a 89 dias; média de 71 dias Maturação de 112 a 141 dias; média de 117 dias	Ciclo: BRS 208	Médio: espigamento de 60 a 75 dias; média de 67 dias Maturação de 113 a 132 dias; média de 123 dias
OR-1	Médio: espigamento de 52 a 86 dias; média de 76 dias Maturação de 105 a 137 dias; média de 119 dias	CEP 24	Médio: espigamento de 56 a 90 dias; média de 78 dias Maturação de 114 a 150 dias; média de 133 dias
Reação ao acamamento	Moderadamente resistente	Reação ao acamamento	Moderadamente resistente
Reação ao alumínio no solo	Moderadamente resistente	Reação ao alumínio no solo	Tolerante
Reação à ferrugem do colmo	Sem informação	Reação à ferrugem do colmo	A campo: Moderadamente resistente
Reação à ferrugem da folha	A campo: suscetível	Reação à ferrugem da folha	A campo: Resistente
Reação à brusone	Suscetível	Reação à brusone	Moderadamente suscetível
Reação à giberela	Moderadamente suscetível	Reação à giberela	Moderadamente suscetível
Reação ao oídio	Altamente suscetível	Reação ao oídio	Moderadamente resistente
Reação à helmintosporiose	Moderadamente suscetível	Reação à helmintosporiose	Moderadamente resistente
Reação à septoriose	Moderadamente suscetível	Reação à septoriose da gluma	Moderadamente resistente
Reação ao vírus do mosaico	Suscetível	Reação ao vírus do mosaico	Moderadamente suscetível
Reação ao VNAC	Moderadamente resistente	Abraçagem geográfica	Regiões 6, 7 e 8 do Paraná e 9 (MS)
Abraçagem geográfica	Regiões 6, 7 e 8 do Paraná		

Fonte: Indicações técnicas da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo e de triticale para a safra de 2004

Continuação do Anexo D

SUPERA

Nome da linhagem	ORL 99055
Entidade detentora	OR Melhoramento de Sementes Ltda.
Entidade criadora	OR Melhoramento de Sementes Ltda.
Cruzamento	PF-9099/OR-1
Ano de lançamento	2004
Qualidade industrial	W= 220
Classe comercial	Trigo Pão
Hábito vegetativo	Semi-ereto
Coloração das aurículas	Incolor
Posição das folhas	Intermediária a ereta
Aristas	Aristada
Altura da planta: Supera	Média: intervalo de 75 a 92 cm; média de 84 cm
Alcover	Média: intervalo de 75 a 90 cm; média de 83 cm
Forma das espigas	Oblonga
Posição das espigas	Intermediária
Coloração das espigas	Clara
Coloração dos grãos	Vermelha clara
Textura dos grãos	Semidura
Peso do hectolitro:	Média: 79,1 kg/hl
Peso de mil sementes:	Média: 39g
Germinação do grão na espiga	Moderadamente suscetível
Debulha natural	Suscetível
Ciclo: Supera	Médio: espigamento de 53 a 85 dias; média de 58 dias Maturação de 119 a 134 dias; média de 123 dias
Alcover	Médio: espigamento de 56 a 83 dias; média de 60 dias Maturação de 115 a 140 dias; média de 118 dias
Reação ao acamamento	Moderadamente suscetível
Reação ao alumínio no solo	Moderadamente resistente
Reação à ferrugem do colmo	Sem informação
Reação à ferrugem da folha	Moderadamente suscetível
Reação à giberela	Moderadamente suscetível
Reação ao oídio	Moderadamente suscetível
Reação à helmintosporiose	Moderadamente suscetível
Reação à septoriose	Moderadamente suscetível
Reação ao vírus do mosaico	Sem informação
Reação ao VNAC	Sem informação
Abrangência geográfica	Região 7 do Paraná

Fonte: Indicações técnicas da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo e de triticale para a safra de 2004.

ANEXO E – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS EXPERIMENTOS

ANEXO 8 – Análises de variância das variáveis avaliadas no experimento de épocas de aplicação de fosfito e acibenzolar-S-metil isolados e associados ao fungicida epoxiconazole + piraclostrobina no controle de oídio. Arapoti – PR - Safra 2007.

a) Severidade de oídio em folha bandeira, durante o florescimento.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	7	0,0927	0,0132	0,006**
Blocos	3	0,0197	0,0066	0,239 ^{ns}
C.V. (%)	53,09			

b) Severidade de oídio na penúltima folha (FB-1) durante o florescimento.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	7	0,3424	0,0489	0,0001**
Blocos	3	0,0237	0,0079	0,4102 ^{ns}
C.V. (%)	45,52			

c) Severidade de oídio na antepenúltima folha (FB-2) durante o florescimento.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	7	0,0525	0,0075	0,5600 ^{ns}
Blocos	3	0,0469	0,0156	0,1600 ^{ns}
C. V. (%)	53,09			

d) Área abaixo da curva de progresso de oídio na folha bandeira.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	7	181,7775	25,9682	0,0001**
Blocos	3	4,0386	1,3462	0,4907 ^{ns}
C. V. (%)	22,9			

e) Área abaixo da curva de progresso de oídio em planta inteira

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	7	224,1707	32,0243	0,0001**
Blocos	3	9,9403	3,3134	0,0808 ^{ns}
C. V. (%)	19,7			

f) Número de plantas.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	7	482,3631	68,9090	0,3161 ^{ns}
Blocos	3	363,1131	121,0377	0,117 ^{ns}
C. V. (%)	10,67			

g) Número de perfilhos por planta.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	7	0,5805	0,0829	0,5662 ^{ns}
Blocos	3	0,0960	0,0320	0,8074 ^{ns}
C. V. (%)	17,4			

**, *, ns, significativo à $p > 0,01$, $p > 0,05$ e não significativo, respectivamente.

Continuação do Anexo 8.

h) Altura de plantas.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	7	209,7048	29,9578	0,2549 ^{ns}
Blocos	3	68,6918	22,8972	0,3813 ^{ns}
C. V. (%)	6,11			

i) Altura de espiga.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	7	1,2495	0,1785	0,5148 ^{ns}
Blocos	3	0,6780	0,2260	0,3493 ^{ns}
C. V. (%)	7,54			

j) Número de espiguetas por espiga.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	7	2,3771	0,3395	0,6610 ^{ns}
Blocos	3	0,3781	0,1260	0,8498 ^{ns}
C. V. (%)	6,11			

k) Número de grãos por espiga.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	7	37,0076	5,2868	0,3165 ^{ns}
Blocos	3	11,9851	3,9950	0,4335 ^{ns}
C. V. (%)	8,19			

l) Número de grãos por espiguetas.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	7	0,1710	0,0244	0,1015 ^{ns}
Blocos	3	0,0850	0,0283	0,1030 ^{ns}
C. V. (%)	5,02			

m) Número de espigas por metro.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	7	0,7779	0,1111	0,8291 ^{ns}
Blocos	3	0,6039	0,2013	0,4612 ^{ns}
C. V. (%)	17,87			

n) Peso Hectolitro

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	7	3,2100	0,4585	0,2678 ^{ns}
Blocos	3	2,3390	0,7796	0,1032 ^{ns}
C. V. (%)	0,71			

**, *, ns, significativo à $p > 0,01$, $p > 0,05$ e não significativo, respectivamente.

Continuação do Anexo 8.

o) Rendimento, produtividade em kg ha⁻¹.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	7	226259,0879	32322,7268	0,0778 ^{ns}
Blocos	2	79076,1210	39538,0605	0,0884 ^{ns}
C. V. (%)	4,24			

**, *, ns, significativo à $p > 0,01$, $p > 0,05$ e não significativo respectivamente.

ANEXO 9 – Análises de variância das variáveis avaliadas no experimento de fontes de fosfitos e acibenzolar-S-metil isolados e associados ao epoxiconazole + piraclostrobina no controle de oídio e ferrugem da folha. Palmeira – PR - Safra 2006.

a) Área abaixo da curva de progresso da ferrugem das folhas em planta inteira.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	22569690,72	2507743,41	0,0001**
Blocos	3	82088,66	41044,33	0,019 ^{ns}
C. V. (%)	30,88			

b) Área abaixo da curva de progresso da ferrugem das folhas em folha bandeira.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	18968669,77	2107629,97	0,0001**
Blocos	3	72348,61	36174,30	0,0173*
C. V. (%)	32,07			

c) Área abaixo da curva de progresso do oídio das folhas em planta inteira.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	1757498,15	195277,57	0,0001**
Blocos	3	4351,09	2175,55	0,2691 ^{ns}
C. V. (%)	46,05			

d) Área abaixo da curva de progresso da ferrugem das folhas em folha bandeira.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	1396474,37	155163,82	0,0001**
Blocos	3	3552,12	1776,06	0,3874 ^{ns}
C. V. (%)	56,83			

e) Teor foliar de nitrogênio (N).

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	10,1000	1,1200	0,6800 ^{ns}
Blocos	3	3,7500	1,8700	0,3200 ^{ns}
C. V. (%)	3,07			

**, *, ns, significativo à $p > 0,01$, $p > 0,05$ e não significativo, respectivamente.

Continuação do Anexo 9.

f) Teor foliar de fósforo (P).

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	0,5000	0,0500	0,1092 ^{ns}
Blocos	3	0,2500	0,1290	0,0256*
C. V. (%)	4,89			

g) Teor foliar de potássio (K).

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	20,7500	2,3000	0,6500 ^{ns}
Blocos	3	17,5200	8,7600	0,0800 ^{ns}
C. V. (%)	9,07			

h) Teor foliar de manganês (Mn).

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	29767,03	3307,45	0,0001**
Blocos	3	154,46	77,23	0,7397 ^{ns}
C. V. (%)	24,18			

i) Peso Hectolitro.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	213,8200	23,7600	0,0001**
Blocos	3	19,9600	6,6800	0,0090*
C. V. (%)	1,71			

j) Peso de 1000 sementes.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	142,0400	15,7800	0,0001**
Blocos	3	5,0200	1,6700	0,5221 ^{ns}
C. V. (%)	4,72			

k) Rendimento, produtividade em Kg ha⁻¹.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	8097437,6800	899715,2900	0,0001**
Blocos	3	421916,9600	143305,6500	0,3503 ^{ns}
C. V. (%)	12,86			

l) Índice de área foliar (IAF).

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	2,62	0,29	0,0001**
Blocos	3	0,65	0,21	0,0150*
C. V. (%)	6,51			

**, *, ns, significativo à $p > 0,01$, $p > 0,05$ e não significativo, respectivamente.

Continuação do Anexo 9.

m) Área abaixo da curva de progresso das manchas foliares em folha bandeira.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	58393,25	6488,13	0,0001**
Blocos	3	2541,48	1270,73	0,1456 ^{ns}
C. V. (%)	44,29			

n) Área abaixo da curva de progresso das manchas foliares em planta inteira.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	69267,14	7696,34	0,0001**
Blocos	3	958,57	479,29	0,5524 ^{ns}
C. V. (%)	41,31			

o) Severidade de manchas foliares na última folha (folha bandeira) durante o florescimento.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	10,9300	1,2100	0,0001**
Blocos	3	0,5200	0,1800	0,3141 ^{ns}
C. V. (%)	188,98			
C.V. Transformado (%)	14,03			

p) Severidade de manchas foliares na penúltima folha durante o florescimento.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	28,2400	3,1400	0,0001**
Blocos	3	1,6900	0,5600	0,0931 ^{ns}
C. V. (%)	153,35			
C.V. Transformado (%)	16,84			

q) Severidade de manchas foliares na planta inteira durante o florescimento.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	18,3900	2,0400	0,0001**
Blocos	3	0,7700	0,2500	0,0638 ^{ns}
C. V. (%)	119,8			
C.V. Transformado (%)	11,14			

r) Severidade de manchas foliares na última folha (folha bandeira) durante o início da formação do grão.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	11,0900	1,2300	0,0001**
Blocos	3	0,4600	0,1500	0,6500 ^{ns}
C. V. (%)	176,68			
C.V. Transformado (%)	19,59			

**, *, ns, significativo à $p>0,01$, $p>0,05$ e não significativo, respectivamente.

Continuação do Anexo 9.

s) Severidade de manchas foliares na penúltima folha durante o início da formação do grão

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	33,1900	3,6900	0,0001**
Blocos	3	2,7900	0,9300	0,0650 ^{ns}
C. V. (%)	149,1			
C.V. Transformado (%)	17,63			

t) Severidade de manchas foliares na planta inteira durante o início da formação do grão.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	20,4000	2,2600	0,0001**
Blocos	3	1,0600	0,3500	0,1499 ^{ns}
C. V. (%)	123,42			
C.V. Transformado (%)	14,52			

u) Severidade de manchas foliares na última folha (folha bandeira) durante o final da formação do grão.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	1236,6700	137,4100	0,0001**
Blocos	3	51,3500	25,6700	0,0103*
C. V. (%)	65,31			
C.V. Transformado (%)	25,15			

v) Severidade de manchas foliares na penúltima folha durante o final da formação do grão

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	1226,9800	136,3300	0,0001**
Blocos	3	190,3900	95,1900	0,0002**
C. V. (%)	76,59			
C.V. Transformado (%)	36			

x) Severidade de manchas foliares na planta inteira durante o final da formação do grão.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	1271,4900	141,2800	0,0001**
Blocos	3	101,9500	50,9700	0,0013**
C. V. (%)	64,82			
C.V. Transformado (%)	26,61			

**, *, ns, significativo à $p > 0,01$, $p > 0,05$ e não significativo, respectivamente.

ANEXO 10 – Análises de variância das variáveis avaliadas no experimento sobre o efeito de fosfito associado e isolados ao epoxiconazole + piraclostrobina em diferentes épocas de aplicação no controle da ferrugem da folha. Tibagi – PR - Safra 2007.

a) Severidade de ferrugem em folha bandeira no florescimento.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	110247,38	12249,71	0,0001**
Blocos	3	2093,30	697,77	0,1398 ^{ns}
C. V. (%)	43,92			

Continuação do Anexo 10.

b) Severidade de ferrugem em folha bandeira no estágio de grão leitoso inicial.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	147812,66	16423,63	0,0001**
Blocos	3	16933,47	5644,49	0,0001**
C. V. (%)	72,11			

c) Severidade de ferrugem em folha bandeira na estágio de grão leitoso final.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	107359,35	11928,82	0,0001**
Blocos	3	4431,29	1477,09	0,001**
C. V. (%)	33,72			

d) Área abaixo da curva de progresso de ferrugem na folha bandeira.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	47630327,62	52922558,62	0,0001**
Blocos	3	488314,31	162771,44	0,0802 ^{ns}
C. V. (%)	26,19			

e) Área abaixo da curva de progresso de ferrugem em planta inteira.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	43283012,20	4809223,58	0,0001**
Blocos	3	507564,34	169188,11	0,0630 ^{ns}
C. V. (%)	25,37			

f) Número de plantas.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	9703,53	1078,17	0,0092*
Blocos	3	848,28	282,76	0,4845 ^{ns}
C. V. (%)	19,49			

g) Número de perfilhos por planta.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	1,5690	0,1743	0,1008 ^{ns}
Blocos	3	0,1980	0,0660	0,5556 ^{ns}
C. V. (%)	15,11			

h) Altura de plantas.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	104,16	11,57	0,5458 ^{ns}
Blocos	3	52,39	17,46	0,2807 ^{ns}
C. V. (%)	5,21			

**, *, ns, significativo à $p > 0,01$, $p > 0,05$ e não significativo, respectivamente.

Continuação do Anexo 10.

i) Altura de espiga.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	2,0000	0,2222	0,3828 ^{ns}
Blocos	3	0,7370	0,2456	0,3153 ^{ns}
C. V. (%)	7,58			

j) Número de espiguetas por espiga.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	5,4490	0,6054	0,1828 ^{ns}
Blocos	3	1,1930	0,3976	0,4013 ^{ns}
C. V. (%)	5,46			

k) Número de grãos por espiga.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	36,0122	4,0013	0,6939 ^{ns}
Blocos	3	8,9987	2,9995	0,6635 ^{ns}
C. V. (%)	10,05			

l) Número de grãos por espiguetas.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	0,0802	0,0089	0,8623 ^{ns}
Blocos	3	0,0147	0,0049	0,8429 ^{ns}
C. V. (%)	6,54			

m) Número de espigas por metro.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	1,8350	0,2038	0,0669 ^{**}
Blocos	3	0,1890	0,0630	0,5919 ^{ns}
C. V. (%)	10,31			

o) Peso Hectolitro

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	24,0855	2,6761	0,0001 ^{**}
Blocos	3	0,0616	1,0205	0,0714 ^{ns}
C. V. (%)	0,77			

p) Rendimento, produtividade em kg ha⁻¹.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Tratamentos	9	5658667,35	628740,82	0,0001 ^{**}
Blocos	3	123060,13	41020,13	0,4535 ^{ns}
C. V. (%)	7,09			

**, *, ns, significativo à $p > 0,01$, $p > 0,05$ e não significativo respectivamente.

ANEXO 11 – Análises de variância das variáveis avaliadas no experimento de efeito de diferentes concentrações de fosfitos e fungicida no crescimento micelial e germinação de conídios de *Bipolaris sorokiniana*. Laboratório da Fundação ABC, 2007.

a) Crescimento micelial de *Bipolaris sorokiniana* aos seis dias após repicagem

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Dose	5	276,13125	104,155	0,0001**
Produto	2	317,92	158,96	0,0001**
Dose x Produto	10	104,155	10,4155	0,0001**
Resíduo	51	2,3943056	0,0469472	0,0001**
C.V.(%)	3,71			

b) Germinação de conídios de *Bipolaris sorokiniana*.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Dose	5	48120,12	9624,03	0,0001**
Produto	2	6013,58	3006,79	0,0001**
Dose x Produto	10	10175,42	1017,54	0,0001**
Resíduo	51	363,82	7,13	
C.V.(%)	3,34			

** , * , ns, significativo à $p>0,01$, $p>0,05$ e não significativo, respectivamente.

ANEXO 12 – Análises de variância das variáveis avaliadas no experimento sobre o efeito de diferentes doses de fosfito e número de aplicações de fungicidas no controle das doenças foliares do trigo. Castro – PR- Safra 2007.

a) Severidade das manchas foliares em folha bandeira no final do florescimento.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Dose	3	0,358471	0,11949042	0,0022**
Produto	2	0,034034	0,01701722	0,4915 ^{ns}
Dose x Produto	6	0,126614	0,02110233	0,5077 ^{ns}
Resíduo	463	11,07469	0,02391941	
C.V.(%)	266,88			

b) Severidade das manchas foliares em planta inteira no final do florescimento.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Dose	3	0,582694	0,19423134	0,0135*
Produto	2	0,051905	0,0295245	0,7799 ^{ns}
Dose x Produto	6	0,667365	0,11122748	0,3819 ^{ns}
Resíduo	463	48,30117	0,10432218	
C.V.(%)	139,28			

c) Severidade das manchas foliares em folha bandeira no início da formação de grão leitoso.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Dose	3	14,13456	4,71151987	0,0006**
Produto	2	48,50912	24,2545617	0,0001**
Dose x Produto	6	7,552962	1,25882702	0,1506 ^{ns}
Resíduo	463	368,5376	0,7959775	
C.V.(%)	104,32			

** , * , ns, significativo à $p>0,01$, $p>0,05$ e não significativo, respectivamente.

Continuação do Anexo 12.

d) Severidade das manchas foliares em planta inteira no início da formação de grão leitoso.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Dose	3	215,2704	71,7568054	0,0001**
Produto	2	926,5625	463,281235	0,0100*
Dose x Produto	6	251,5016	41,9169354	0,2000 ^{ns}
Resíduo	463	4416,598	9,539088	
C.V.(%)	94,6			

e) Severidade das manchas foliares em folha bandeira no final da formação de grão leitoso.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Dose	3	2500,352	833,45069	0,0008**
Produto	2	30433,05	15216,5271	0,1000 ^{ns}
Dose x Produto	6	3690,354	615,05903	0,4000 ^{ns}
Resíduo	465	67809,26	145,8264	
C.V.(%)	68,52			

f) Severidade das manchas foliares em planta inteira no final da formação de grão leitoso.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Dose	3	1133,714	377,90451	0,024*
Produto	2	15700,61	7850,30677	0,100 ^{ns}
Dose x Produto	6	764,7552	127,4592	0,3788 ^{ns}
Resíduo	465	55331,47	118,99241	
C.V.(%)	73,34			

g) Área abaixo da curva de progresso das manchas foliares em folha bandeira.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Dose	3	54580,66	18193,5542	0,0001**
Produto	2	543816,8	271908,386	0,1000 ^{ns}
Dose x Produto	6	59790,38	9965,0641	0,4000 ^{ns}
b	455	1067764	2346,734	
C.V.(%)	62,26			

h) Área abaixo da curva de progresso das manchas foliares em planta inteira.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Dose	3	30237,08	10079,0255	0,012*
Produto	2	541580,6	270790,306	0,0001**
Dose x Produto	6	30219,3	5036,5503	0,0893 ^{ns}
Resíduo	455	1243762	2733,544	
C.V.(%)	58,75			

i) Número de plantas.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Dose	3	159,1667	53,055556	0,7872 ^{ns}
Produto	2	1259,542	629,770833	0,239 ^{ns}
Dose x Produto	6	1784,458	297,409722	0,097 ^{ns}
Resíduo	33	4958,5	150,25758	
C.V.(%)	12,33			

** , * , ns, significativo à $p>0,01$, $p>0,05$ e não significativo, respectivamente.

Continuação do Anexo 12.

j) Número de perfilhos por planta.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Dose	3	0,014167	0,00472222	0,5849 ^{ns}
Produto	2	0,012917	0,00645833	0,4174 ^{ns}
Dose x Produto	6	0,052083	0,00868056	0,3278 ^{ns}
Resíduo	33	0,2375	0,00719697	
C.V.(%)	5,58b			

k) Altura de plantas.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Dose	3	31,31229	10,4374306	0,3374 ^{ns}
Produto	2	6,332917	3,16645833	0,7047 ^{ns}
Dose x Produto	6	1,667008	0,27784722	0,9999 ^{ns}
Resíduo	33	295,3752	8,9507639	
C.V.(%)	4,67			

l) Altura de espiga.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Dose	3	0,038333	0,01277778	0,9519 ^{ns}
Produto	2	0,001667	0,00083333	0,9927 ^{ns}
Dose x Produto	6	0,101667	0,01694444	0,9878 ^{ns}
Resíduo	33	3,735	0,11318182	
C.V.(%)	5,96			

m) Número de espiguetas por espiga.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Dose	3	0,155625	0,051875	0,9363 ^{ns}
Produto	2	1,11125	0,55562	0,2419 ^{ns}
Dose x Produto	6	0,46375	0,07729	0,9724 ^{ns}
Resíduo	33	12,37021	0,37485	
C.V.(%)	5,47			

n) Número de grãos por espiguetas.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Dose	3	0,114167	0,03805556	0,0946 ^{ns}
Produto	2	0,021667	0,01083333	0,5251 ^{ns}
Dose x Produto	6	0,078333	0,01305556	0,583 ^{ns}
Resíduo	33	0,544167	0,0164899	
C.V.(%)			6,86	

o) Número de grãos por espiga.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Dose	3	0,0625	0,02083333	0,4051 ^{ns}
Produto	2	0,041667	0,02833333	0,3788 ^{ns}
Dose x Produto	6	0,125	0,02083333	0,4418 ^{ns}
Resíduo	33	0,6875	0,02833333	
C.V.(%)	14,74			

**, *, ns, significativo à $p > 0,01$, $p > 0,05$ e não significativo, respectivamente.

Continuação do Anexo 12.

p) Peso Hectolitro.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Dose	3	1,443983	0,48131944	0,5790 ^{ns}
Produto	2	2,540417	1,27020833	0,1883 ^{ns}
Dose x Produto	6	3,332917	0,55548611	0,6001 ^{ns}
Resíduo	33	23,85521	0,7228851	
C.V.(%)	1,07			

q) Peso de mil sementes.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Dose	3	0,371667	0,12388889	0,9206 ^{ns}
Produto	2	6,915417	3,45770833	0,018*
Dose x Produto	6	2,524583	0,42076389	0,7639 ^{ns}
Resíduo	33	25,09833	0,76055556	
C.V.(%)	2,39			

r) Rendimento, produtividade em kg ha⁻¹.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F#
Dose	3	238825	79608,337	0,3654 ^{ns}
Produto	2	1369976	684988,016	0,0006**
Dose x Produto	6	582433,9	67072,309	0,2702 ^{ns}
Resíduo	33	2401635	72776,806	
C.V.(%)	7,95			

**, *, ns, significativo à $p > 0,01$, $p > 0,05$ e não significativo respectivamente.