

**JOÃO BATISTA GONÇALVES DIAS DA SILVA**

**EFEITO DE FOSFITO DE POTÁSSIO EM DOENÇAS FOLIARES DO  
MILHO**

**MARINGÁ  
PARANÁ – BRASIL  
FEVEREIRO – 2011**

**JOÃO BATISTA GONÇALVES DIAS DA SILVA**

**EFEITO DE FOSFITO DE POTÁSSIO EM DOENÇAS FOLIARES DO  
MILHO**

Dissertação apresentada à  
Universidade Estadual de Maringá,  
como parte das exigências do  
Programa de Pós-graduação em  
Agronomia, área de concentração em  
Proteção de Plantas, para obtenção do  
título de Mestre.

**MARINGÁ  
PARANÁ – BRASIL  
FEVEREIRO – 2011**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

S586e Silva, João Batista Gonçalves Dias da  
Efeito de fosfito de potássio em doenças foliares  
do milho / João Batista Gonçalves Dias da Silva. --  
Maringá, 2011.  
xii, 76 f. : il. col., figs., tabs.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Kátia Regina Freitas  
Schwan-Estrada.  
Co-orientador: Prof. Dr. Dauri José Tessmann.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de  
Maringá, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2011

1. Fosfito - Milho. 2. Milho (Zea mays L.) -  
Doenças. 3. Milho (Zea mays L.) - Mancha de  
cercospora. 4. Milho (Zea mays L.) - Helminthosporiose  
comum. 5. Milho (Zea mays L.) - Mancha branca. 6.  
Milho (Zea mays L.) - Ferrugens. 7. Milho (Zea mays  
L.) - Efeito do fosfito. 8. Milho (Zea mays L.) -  
Grãos ardidos - Avaliação. 9. Milho (Zea mays L.) -  
Produtividade - Avaliação. I. Schwan-Estrada, Kátia  
Regina Freitas, orient. II. Tessmann, Dauri José, co-  
orient. III. Universidade Estadual de Maringá.  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

CDD 21.ed. 633.1594

“Para ser grande, sê inteiro: nada teu exagera ou exclui. Sê todo em cada coisa. Põe quanto és no mínimo que fazes. Assim em cada lago a lua toda brilha, porque alta vive”.

(Fernando Pessoa)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela luz nesta caminhada de vivência e testemunho de que Ele é o Senhor, o Pantocrator. Nos diz: “*Vós sois o sal da terra*” (Mt 5,13), “*Tende coragem, eu venci o mundo*” (Lc 16,33).

Agradeço a professora Dr<sup>a</sup> Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada, orientadora e amiga, pelo seu magistério e a partilha de sua vida cristã. Pelo apoio em todas as etapas deste trabalho. Muito obrigado.

Ao professor Dr Dauri José Tessmann, pelo apoio, incentivo e amizade. Pelos ensinamentos em todas as etapas do desenvolvimento deste trabalho.

Aos demais professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia da UEM pela amizade e incentivo.

À Universidade Estadual de Maringá e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade de expansão de conhecimentos.

À COCARI – Cooperativa Agropecuária e industrial, agradecimento especial à minha gerência e diretoria por possibilitar este período de aperfeiçoamento.

Aos amigos do programa de Pós-graduação de Agronomia, pelo companheirismo e colaboração no desenvolvimento deste trabalho.

À minha família, minha esposa e meus três filhos, que me apoiaram neste período de tantos estudos e horas ausentes.

A todos que, de alguma forma, colaboraram para a conclusão desta dissertação, pois nunca vencemos sozinhos.

Muito obrigado.

## BIOGRAFIA

JOÃO BATISTA GONÇALVES DIAS DA SILVA, filho de João Carlos da Silva (*in memorian*) e Therezinha Gonçalves Dias (*in memorian*), nascido em Cianorte – Paraná, em 17 de maio 1965.

Graduou-se no curso de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá em fevereiro de 1992.

Concluiu o curso de especialização em Proteção de Plantas, *Latu Sensu*, da Universidade Federal de Viçosa, em 1997.

Em março de 2009, iniciou o curso de Mestrado do programa de pós-graduação em Agronomia na Universidade Estadual de Maringá sob orientação da Profa Dr<sup>a</sup> Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada, na área de concentração em Proteção de Plantas, completando com este trabalho as exigências necessárias à obtenção ao título de Mestre em Agronomia.

## ÍNDICE

LISTA DE TABELAS .....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	ix
RESUMO .....	xi
ABSTRACT .....	xii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	2
2.1 A CULTURA DO MILHO .....	2
2.1.1 Doenças foliares do milho .....	5
2.1.1.1 Mancha de cercospora ( <i>Cercospora zeae-maydis</i> ) .....	5
2.1.1.2 Mancha branca .....	7
2.1.1.3 Helminthosporiose comum ( <i>Exserohilum turcicum</i> ) .....	9
2.1.1.4 Ferrugens .....	10
2.1.1.4.1 Ferrugem comum ( <i>Puccinia sorghi</i> ) .....	10
2.1.1.4.2 Ferrugem polissora ( <i>Puccinia polysora</i> ) .....	11
2.1.1.4.3 Ferrugem branca ( <i>Physopella zeae</i> ) .....	12
2.1.2 Grãos ardidos .....	14
2.2 FOSFITO DE POTÁSSIO .....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	21
3.1 INSTALAÇÃO DOS EXPERIMENTOS .....	21
3.1.1 Caracterização dos tratamentos e delineamento experimental ...	22
3.1.2 Semeadura do milho e tratos culturais .....	24
3.2 AVALIAÇÕES DE CAMPO .....	26
3.2.1 Avaliação da severidade das doenças foliares .....	26
3.2.2 Avaliação da produtividade .....	27
3.2.3 Avaliação de grãos ardidos .....	27
3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	29
4.1 EFEITO DO FOSFITO DE POTÁSSIO NO PROGRESSO DAS DOENÇAS FOLIARES .....	29

4.1.1. Mancha de cercospora .....	29
4.1.2. Mancha branca .....	36
4.1.3. Helminthosporiose comum .....	42
4.1.4. Ferrugens .....	48
4.2. GRÃOS ARDIDOS .....	57
4.3. PRODUTIVIDADE .....	58
5. CONCLUSÕES.....	61
6. REFERÊNCIAS .....	62
APÊNDICE .....	72

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Características peculiares entre as ferrugens do milho .....	10
Tabela 2	Resultado de análise química do solo da área experimental .....	22
Tabela 3	Tratamentos foliares utilizados nos experimentos e estágio fenológico da aplicação .....	23
Tabela 4	Híbridos e época de condução dos experimentos .....	23
Tabela 5	Caracterização dos híbridos de milho .....	24
Tabela 6	Severidade da mancha de cercospora no experimento I, conduzido no período de 08/10/2008 a 18/03/2009, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR .....	29
Tabela 7	Severidade da mancha de cercospora no experimento II, conduzido no período de 18/11/2008 a 16/04/2009, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR .....	30
Tabela 8	Severidade da mancha de cercospora no experimento III conduzido no período de 01/03/2010 a 16/08/2010, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR .....	31
Tabela 9	Área abaixo da curva do progresso da mancha de cercospora - AACPD, no experimento III, conduzido no período de 01/03/2010 a 16/08/2010, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR .....	33
Tabela 10	Severidade da mancha branca no experimento I, conduzido no período de 08/10/2008 a 18/03/2009, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR .....	36
Tabela 11	Severidade da mancha branca no experimento II, conduzido no período de 18/11/2008 a 16/04/2009, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR .....	37
Tabela 12	Severidade da mancha branca no experimento III conduzido no período de 01/03/2010 a 16/08/2010, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR .....	38
Tabela 13	Área abaixo da curva do progresso da mancha branca (AACPD), no experimento III, conduzido no período de 01/03/2010 a 16/08/2010, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR .....	39

Tabela 14	Severidade de helmintosporiose comum no experimento I, conduzido no período de 08/10/2008 a 18/03/2009, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR .....	42
Tabela 15	Severidade de helmintosporiose comum no experimento III, conduzido no período de 01/03/2010 a 16/08/2010, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR .....	43
Tabela 16	Área abaixo da curva do progresso da helmintosporiose comum (AACPD), no experimento III, conduzido no período de 01/03/2010 a 16/08/2010, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR .....	45
Tabela 17	Severidade das ferrugens no experimento I, conduzido no período de 08/10/2008 a 18/03/2009, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR .....	48
Tabela 18	Área abaixo da curva do progresso das ferrugens (AACPD), no experimento I, conduzido no período de 08/10/2008 a 18/03/2009, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR .....	49
Tabela 19	Severidade das ferrugens no experimento II, conduzido no período de 18/11/2008 a 16/04/2009, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR .....	51
Tabela 20	Área abaixo da curva do progresso das ferrugens (AACPD), no experimento II, conduzido no período de 18/11/2008 a 16/04/2009, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR .....	53
Tabela 21	Severidade das ferrugens no experimento III, conduzido no período de 01/03/2010 a 16/08/2010, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR .....	54
Tabela 22	Área abaixo da curva do progresso das ferrugens (AACPD), no experimento III, conduzido no período de 01/03/2010 a 16/08/2010, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR .....	55
Tabela 23	Produtividade ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) dos híbridos de milho submetidos aos tratamentos foliares no experimento III, conduzido no período de 01/03/2010 a 16/08/2010, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR .....	58

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Fenologia do milho: estágios de desenvolvimento da cultura ...	2
Figura 2	Centro Tecnológico da Cocari – Mandaguari – PR. Localização dos experimentos I e II .....	21
Figura 3	Área abaixo da curva do progresso da mancha de cercospora – AACPD, experimento III, conduzido no período de 01/03/2010 a 16/08/2010, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR. Híbridos: <b>A</b> – CD 304, <b>B</b> - AG 7010, <b>C</b> - CD 321, <b>D</b> – AG 9040. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento Scott-Knott .....	32
Figura 4	Área abaixo da curva do progresso da mancha branca (AACPD), no experimento III, conduzido no período de 01/03/2010 a 16/08/2010, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR. Híbridos: <b>A</b> - CD 304, <b>B</b> - CD 321, <b>C</b> - AG 9040, <b>D</b> - AG 7010. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento Scott-Knott .....	39
Figura 5	Área abaixo da curva do progresso da helmintosporiose comum – AACPD, no experimento III, conduzido no período de 01/03/2010 a 16/08/2010, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR. Híbridos: <b>A</b> - CD 321, <b>B</b> - CD 304, <b>C</b> - AG 9040, <b>D</b> - AG 7010. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento Scott-Knott .....	44
Figura 6	Área abaixo da curva do progresso das ferrugens – AACPD, no experimento I, conduzido no período de 08/10/2008 a 18/03/2009, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR. Híbridos: <b>A</b> - CD 384, <b>B</b> - CD 304, <b>C</b> – CD 308, <b>D</b> – CD 321, <b>E</b> – CD 351, <b>F</b> – DKB 390. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento Scott-Knott .....	50
Figura 7	Área abaixo da curva do progresso das ferrugens – AACPD, no experimento II, conduzido no período de 18/11/2008 a 16/04/2009, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR. Híbridos: <b>A</b> – DKB 390, <b>B</b> – P30S31, <b>C</b> – AG 9040, <b>D</b> – AG 7010, <b>E</b> – AS 1575, <b>F</b> – SOMMA. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento Scott-Knott .....	52

Figura 8	Área abaixo da curva do progresso das ferrugens – AACPD, no experimento III, conduzido no período de 01/03/2010 a 16/08/2010, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR. Híbridos: <b>A</b> – AG 7010, <b>B</b> - CD 304, <b>C</b> - CD 321, <b>D</b> - AG 9040. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento Scott-Knott .....	55
Figura 1A	Dados climáticos do experimento I, conduzido no período de 08/10/2008 a 18/03/2009, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR .....	73
Figura 2A	Dados climáticos do experimento II, conduzido no período de 18/11/2008 a 16/04/2009, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR .....	73
Figura 3A	Dados climáticos do experimento III, conduzido no período de 01/03/2010 a 16/08/2010, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR .....	74
Figura 4A	Escalas diagramáticas Canteri e Agroceres, utilizadas para avaliação da severidade das doenças .....	75
Figura 5A	Figura demonstrativa da metodologia de amostragem das folhas nas plantas de milho .....	76
Figura 6A	Custo dos tratamentos .....	76

## RESUMO

SILVA, João Batista Gonçalves Dias, MS, Universidade Estadual de Maringá, Fevereiro de 2011. **Efeito de fosfito de potássio em doenças foliares do milho**. Professora orientadora: Dr<sup>a</sup>. Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada. Co-orientador: Dr. Dauri José Tessmann.

O milho desempenha função estratégica na cadeia produtiva da proteína animal (carnes, ovos e derivados), cujo consumo cresce a cada ano. O impacto das doenças foliares na cultura do milho vem crescendo continuamente propiciando maior sobrevivência dos patógenos no campo. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar, em campo, o efeito da aplicação do fosfito de potássio no controle das doenças foliares, na produtividade e na ocorrência de grãos ardidos. Foram conduzidos três experimentos no Centro Tecnológico da Cocari, Mandaguari – PR, em épocas diferentes, em onze híbridos de milho. Foram comparados os seguintes tratamentos: T1 - fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estágio fenológico V6, T2 - fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estágio V10 (pré-pendoamento), T3 - fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10, T4 - fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10, T5 fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> no estágio V6 seguido do fungicida, epoxiconazole + piraclostrobina (Ópera®) 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral (Assist®) a 0,5% no estágio V10, T6 - fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estágio V10, T7 - testemunha sem aplicação. Todos os tratamentos de fosfito de potássio reduziram os valores de severidade e/ou a AACPD das doenças e demonstraram maior eficiência para o controle da mancha de cercospora, seguido da mancha branca e da helmintosporiose comum e menor para ferrugens. Os tratamentos T4 seguidos pelos T2 foram os mais eficientes, porém o fungicida apresentou os menores valores de severidade e AACPD e os melhores níveis de controle das doenças. Os tratamentos não diminuíram a incidência de grãos ardidos, porém apresentaram incremento de produtividade.

**Palavras-chave:** fosfito, mancha de cercospora, helmintosporiose comum, mancha branca, ferrugem, *Zea mays*.

## ABSTRACT

SILVA, João Batista Gonçalves Dias, MS, Maringá State University, February, 2011. **Effect of potassium phosphite foliar diseases in corn.** Advisor: Dr. Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada. Co-advisor: Dr. Dauri José Tessmann.

Corn employs a strategic key in the chain production of animal protein (meat, eggs, and byproducts) which consumption grows every year. The impact of leaf disease in corn crop is growing continuously fostering higher survival of pathogens in the field. Then, the objective of this work was to evaluate in the field the effect of potassium phosphite application to control leaf diseases on productivity and occurrence of sour grains. It was carried out three trials at Cocari Technological Center, Mandaguari, PR, at different times, to eleven corn hybrids. The following treatments were compared: T1 – phosphite 2.0 L.ha<sup>-1</sup> for V6 phenological stage, T2 – phosphite 2.0 L.ha<sup>-1</sup> for V10 stage (pretasseling), T3 – phosphite 1.0 L.ha<sup>-1</sup> for V6 and V10 stages, T4 – phosphite 2.0 L.ha<sup>-1</sup> for V6 and V10 stages, T5 – phosphite 1.0 L.ha<sup>-1</sup> for V6 stage followed by epoxiconazole + piraclostrobina (Ópera®) 0.6 L.ha<sup>-1</sup> + mineral oil (Assist®) at 0.5% for V6 stage, T6 – fungicide 0.6 L.ha<sup>-1</sup> + mineral oil at 0.5 % for V10 stage, T7 – control having no application. All phosphite potassium treatments reduced the rate of severity and/or AACPD of diseases, and showed higher efficiency to *Cercospora* stain control, followed by white stain, *Helminthosporioses* common, and less for blight. The treatment T4 followed by T2 were the most promising, although the fungicide resulted in lower rates of severity and AACPD and the best levels of disease control. The treatment did not reduce the incidence of sour grains, but resulted in higher productivity.

**Keywords:** phosphite, *Cercospora* Stain, *Helminthosporioses* common, white stain, blight, *Zea mays*.

## 1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é originado na região centro-americana e encontra-se disseminado pelo mundo, compreendendo desde os paralelos 58° da latitude Norte no Canadá e União Soviética, até 40° da latitude Sul na Argentina (GALINAT, 1977). Nessa diversidade de ambiente, a sua exploração é encontrada abaixo do nível do mar, na região do Mar Cáspio (extremo Leste da Europa e extremo Oeste da Ásia), ou ainda, em elevadas altitudes ( $\geq 3.000$  m), nos Andes Peruanos (WILSON et al., 1973).

A área brasileira cultivada com milho na Primeira Safra de 2009/10 foi de 8.159,7 mil hectares, a Segunda Safra (safrinha) a área foi de 4.737,1 ha. A área total cultivada somou 12.896,8 mil ha. A produção da Primeira Safra em 2011 foi estimada em 32.978,6 mil ton., para a Segunda Safra (safrinha), a previsão é de que sejam colhidas 18.404,4 mil ton. A safra nacional de milho deve alcançar a produção de 51.382,9 mil ton (CONAB, 2010).

O milho desempenha função estratégica na cadeia produtiva da proteína animal (carnes, ovos e derivados), em razão de suas qualidades. Na alimentação humana, o milho é empregado na forma *in natura* e na forma de subprodutos, como pão, farinha e massas (PINAZZA; ALIMANDRO, 1998) O uso do milho em grão como alimentação animal representa cerca de 70% no mundo. Nos Estados Unidos, cerca de 50% é destinado a esse fim, enquanto que no Brasil varia de 60 a 80% (DUARTE, 2002).

O rendimento do milho pode ser influenciado por fatores como a disponibilidade hídrica, fertilidade do solo, população de plantas, sistema de cultivo, potencial produtivo do híbrido e manejo de plantas daninhas, pragas e doenças (SANDINI; FANCELLI, 2000; FANCELLI; DOURADO-NETO, 2003).

As doenças do milho, principalmente aquelas causadas por fungos, podem comprometer o potencial de rendimento da cultura (WHITE, 1999). As doenças foliares mais comuns, no Brasil, são a mancha de cercospora (*Cercospora zeae maydis*), a mancha branca (*Phaeosphaeria maydis*), a ferrugem *polisora* (*Puccinia polysora*), ferrugem branca (*Physopella zeae*), a ferrugem comum (*Puccinia sorghi*), a helmintosporiose comum (*H. maydis*),

encontradas com frequência. Outros patógenos causadores de mancha foliar, tais como a mancha ocular (*Kabatiella zaeae*), míldio do sorgo (*P. sorghi*) e antracnose (*Colletotrichum graminicola*), também ocorrem, sendo, porém, de pouca importância.

Para o controle dessas doenças, recomenda-se a utilização de cultivares mais resistentes, rotação de culturas e sincronia das épocas de semeadura do milho em cada região. Muitas vezes há a necessidade do uso complementar de fungicidas na parte aérea das plantas, o que tem se mostrado economicamente viável principalmente em lavouras bem conduzidas e com bom potencial produtivo (FANTIN, 2006).

Os fosfitos podem ser uma alternativa aos fungicidas convencionais no controle de doenças (BRACKMANN et al., 2004; BLUM et al., 2007). A ação antifúngica dos fosfitos já foi relatada contra diferentes patógenos em várias plantas cultivadas (míldio de cebola *Peronospora destructor*, mancha da gala em maçã *Colletotrichum gloeosporioides*, mancha-bacteriana *Xanthomonas campestris* e *Erwinia* spp. em tomate, míldio da videira *Plasmopara viticola*, varíola do mamoeiro *Asperisporium caricae*, requeima da batata *Phytophthora infestans*, ferrugem asiática da soja *Phakopsora pachyrhizi*) verificando-se que pode atuar diretamente inibindo o desenvolvimento dos fungos e, também, indiretamente, ativando o sistema de defesa da planta hospedeira (MCKAY et al., 1992).

Entre as principais vantagens da utilização de fosfito na agricultura merecem destaque o baixo custo relativo da matéria-prima; a prevenção e controle das doenças e a melhoria do estado nutricional das plantas, devido à absorção mais rápida de fósforo pela planta em comparação com produtos à base de fosfato. (NOJOSA et al., 2005).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da aplicação de fosfito de potássio em diferentes estágios da cultura do milho, assim como de fosfito de potássio em associação com o fungicida epoxiconazole + piraclostrobina no controle de mancha de cercospora, mancha branca, helmintosporiose comum e ferrugens.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A CULTURA DO MILHO

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta que pertence à família Poaceae. O caráter monóico e a sua morfologia característica resultam da supressão, condensação e multiplicação de várias partes da anatomia básica das Poaceae. O resultado geral da seleção natural e da domesticação foi produzir uma planta anual, robusta e ereta, com altura variando entre 1 e 4 m, a qual é construída para a produção de grãos (MAGALHÃES et al., 2002).

O ciclo da cultura do milho (Figura 1) compreende os diversos estádios de crescimento da planta desde a sua emergência até a maturidade fisiológica.

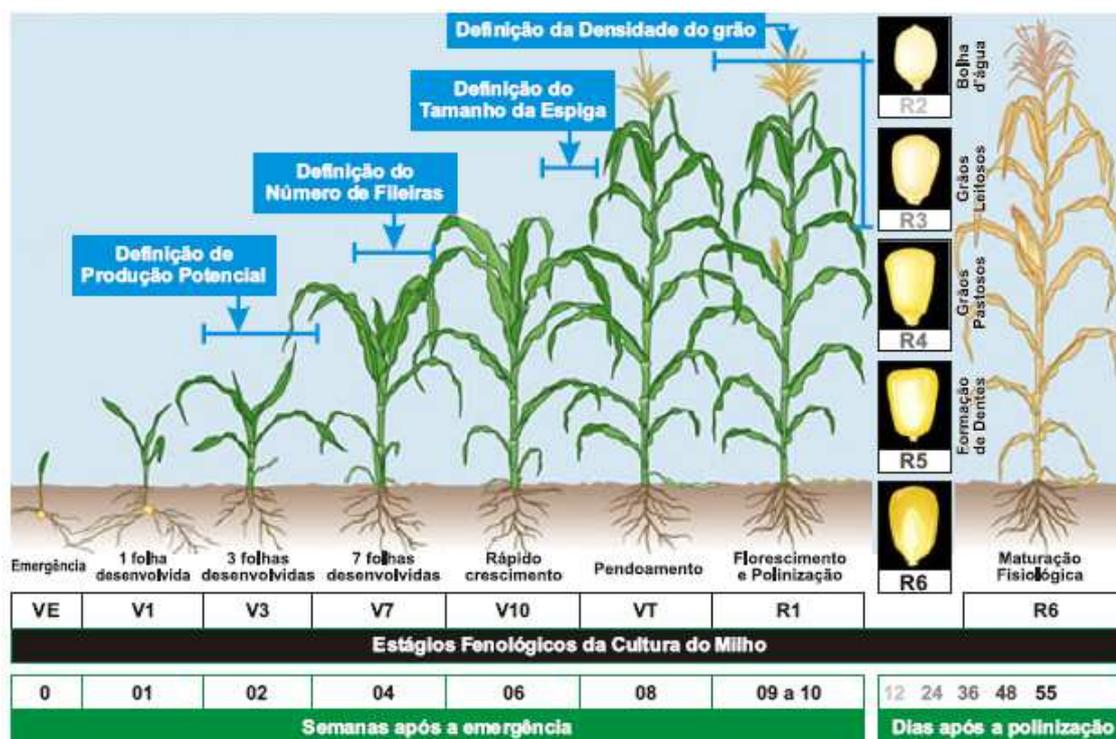


Figura 1 – Fenologia do milho: estágios de desenvolvimento da cultura.

Fonte: Adaptado de Fancelli (1986) e Iowa State University Extension (1993).

O sistema de identificação utilizado divide o desenvolvimento da planta em vegetativo (V) e reprodutivo (R), conforme ilustrado no Figura 1. As subdivisões dos estádios vegetativos são designadas numericamente como V1, V2, V3, até VN, em que (N) representa a última folha emitida antes do pendoamento (VT). O primeiro e o último estágio vegetativo são representados, respectivamente, por VE (emergência) e VT (pendoamento).

O milho é um dos cereais que possui maior capacidade de produção. Devido ao fato de ser uma planta C4, é mais eficiente na produção de matéria seca por área e, conseqüentemente, na produção de grãos. Por essa e outras características, está entre as mais importantes culturas utilizadas na alimentação animal e é indispensável na prática de rotação de culturas no plantio direto, fornecendo maior quantidade de palha e matéria orgânica para o sistema. A grande diversidade genética adquirida por milhares de anos de domesticação e melhoramento permite ao milho uma ampla adaptação de solo e de clima. Devido a esse aspecto, o milho hoje é o cereal de maior cobertura geográfica no mundo (PEIXOTO, 2005).

No Brasil, o rendimento médio da cultura do milho é de apenas 4.042 kg.ha<sup>-1</sup> na primeira safra e 3.885 kg.ha<sup>-1</sup> na segunda safra (CONAB, 2010). Todavia, práticas corretas de manejo podem ser determinantes para a condução adequada da cultura, visto que a integração de informações sobre a planta e os elementos bióticos (pragas e doenças, principalmente) e abióticos (clima e solo) podem auxiliar tanto o produtor quanto o pesquisador no desenvolvimento de tecnologia de produção (DOURADO-NETO, 1999).

Para que uma doença se estabeleça, é necessário que haja uma relação íntima entre três fatores: o patógeno, que é o agente causal da doença; o hospedeiro (planta susceptível) e o ambiente, que deve ser favorável a essa interação. A crescente incidência e severidade da doença em questão são fatores que vêm contribuindo de forma marcante para a redução do rendimento de grãos da cultura de milho (PACCOLA-MEIRELLES et al., 1998).

No Brasil, já foram identificadas mais de 20 doenças em milho, com ambiente propício no verão, variando em função do comportamento climático específico em cada ano, da região, do sistema de cultivo adotado, do híbrido escolhido e do nível tecnológico empregado no manejo da lavoura (SANGOI et al., 2000).

O impacto das doenças na cultura do milho vem crescendo a cada ano, especialmente em razão do incremento das áreas irrigadas e daquelas sob cultivo de safrinha, o que tem levado à maior sobrevivência dos patógenos no campo. A partir de 1990, o agravamento dessas doenças tornou-se mais intenso no Brasil, e entre as que provocam mais danos à cultura do milho destacam-se as foliares, como a ferrugem (*Puccinia polysora*), a ferrugem-tropical (*Physopella zae*), a mancha-foliar de *Phaeosphaeria* (*Phaeosphaeria maydis*) e a helmintosporiose causada por *Exserohilum turcicum* (EMBRAPA, 1993).

Carlson e Main (1976) declararam que as doenças de milho apresentam um alto grau de variabilidade espacial e temporal. Essa variabilidade causa incertezas na tomada de decisão acerca das medidas de controle, como o uso de fungicidas. O uso indiscriminado de defensivos químicos, como forma de controlar doenças, tem provocado a seleção de novas raças de patógenos mais agressivas e aumentando as perdas e os custos na produção. Como forma de compensar estas perdas, verifica-se aumento na área cultivada, incluindo lavouras na época de safrinha, que podem se constituir em “ponte verde” para inúmeros patógenos (CASA; REIS, 2003). O incremento na área cultivada de milho safrinha deverá acarretar aumento significativo nos problemas fitopatológicos, agravando possivelmente os já existentes e ocasionando o aparecimento de outros (PASCHOLATI, 2002).

### **2.1.1 Doenças foliares do milho**

#### **2.1.1.1 Mancha de cercospora (*Cercospora zae-maydis*)**

Essa doença foi descrita pela primeira vez por Tehon e Daniels (1925) ocorrendo no sul de Illinois, nos EUA. Desde então, foi observada em vários países como Colômbia, Peru, Brasil, Estados Unidos, México, Venezuela, Moçambique, Zâmbia, Uganda, Camarões e África do Sul (CHUPP, 1953; WARD et al., 1999; DUNKLE; LEVY, 2000).

A mancha de cercospora ou cercosporiose, também conhecida como mancha cinzenta da folha do milho foi relatada no Brasil pela primeira vez em

1934 por Viégas e Krug em Campinas no Estado de São Paulo (VIÉGAS, 1945). Até recentemente, era considerada de pouca importância. Nas safras de 2000 e 2001, no entanto, a doença se manifestou com grande severidade em vários híbridos altamente produtivos. Desde então, a cercosporiose figura entre as doenças mais importantes da cultura na atualidade (REIS et al., 2004; KIMATI et al., 2005).

A mancha de cercospora é causada pelo fungo mitospórico *Cercospora zea-maydis*, que produz conídios hialinos em conidióforos do tipo esporodóquio. Os conídios germinam em aproximadamente três horas, sob umidade relativa do ar em torno de 100% e temperatura por volta dos 30 °C (PAUL; MUNKVOD, 2005).

Quanto ao clima, o desenvolvimento da cercosporiose requer umidade relativa acima de 95%, dada pela presença de orvalho e de neblina em dias consecutivos, ou por períodos prolongados de chuvas, que propiciem dias nublados, associados à temperaturas moderadas a altas, entre 22 e 30°C. Tais condições ocorrem comumente no Brasil e são mais frequentes nas regiões com altitudes superiores a 600 metros ou que apresentem noites frias, levando à formação de orvalho, que contribui para manter umidade elevada nas folhas por várias horas após o amanhecer. Em condições desfavoráveis, a doença paralisa seu desenvolvimento, mas esse é retomado rapidamente assim que o ambiente volta a ser favorável (WHITE, 2000).

*C. zea-maydis* pode causar lesões alongadas que acompanham o sentido das nervuras e também lesões irregulares e sem formato definido. Essas manchas são geralmente de coloração cinza, podendo apresentar bordas amareladas em cultivares resistentes. Em estádios mais avançados da doença, ocorre a coalescência das lesões, destruindo grande proporção do tecido foliar. Infecções severas causam a seca e morte das folhas, diminuindo a área fotossintética e conseqüentemente a produção (WARD et al., 1999). Essa espécie de cercospora ataca somente o milho e possui baixa capacidade competitiva com outros microrganismos, sendo sua sobrevivência garantida pela colonização do hospedeiro vivo ou dos restos culturais presentes na superfície do solo (LATTERELL; ROSSI, 1983). Sua disseminação é feita principalmente através dos esporos que são transportados pelo vento ou pela chuva.

Segundo Ward et al. (1994), a mancha de cercospora do milho é capaz de reduzir de 20 a 60% a produção de grãos, dependendo da suscetibilidade do híbrido. Contudo, é possível promover excelente controle desse patógeno com a aplicação de fungicida. Brandão (2002) analisou a eficácia de diferentes fungicidas e épocas de aplicação na região Sudoeste de Goiás, em área sob plantio direto e verificou que os valores de dano variaram de 40 a 51%, para os híbridos suscetíveis, de 19 a 27%, para os híbridos moderadamente resistentes e de 15 a 25%, para híbridos resistentes.

#### 2.1.1.2 Mancha branca

O agente causal da mancha branca foi primeiramente estabelecido por Rane et al. (1965) como o fungo *Phaeosphaeria maydis*. Em 1997, Fantin e Balmer conseguiram reproduzir os sintomas em folhas de milho com os isolados obtidos da própria cultura. Já Paccola-Meirelles et al., em 2001, por análise citológica, não detectaram a presença do fungo no estágio inicial da doença, mas isolaram a bactéria *Pantoea ananas* (*Erwinia ananas*) das lesões supostamente causadas pela mancha foliar de *Phaeosphaeria*, o que sugere a sua participação no estágio inicial da doença e indica que o fungo não é o primeiro patógeno dessa doença, como originalmente proposto. Ainda permanece a controvérsia sobre a identificação do agente etiológico dessa doença. Assim, neste trabalho, estamos nos referindo a ele como “mancha branca” (*Pantoeae ananas* ou mancha de *Phaeosphaeria* sp.).

Essa doença tem causado expressiva redução no rendimento de grãos em cultivos tardios nas regiões produtoras e tem aumentado em incidência e severidade praticamente em todas as regiões brasileiras (FERNANDES; OLIVEIRA, 1997). Segundo Fantin (1994), entre as manchas foliares, a mancha de feosféria (mancha branca) é a mais severa nos estados do Paraná e Rio Grande do Sul.

Os sintomas iniciam, em geral, com pequenas manchas levemente cloróticas nas folhas. No início, as lesões são aquosas de coloração verde-claro e com os bordos bem definidos de cor pardo-escuro (FERNANDES; OLIVEIRA, 1997). As lesões são arredondadas, medindo de 0,3-2,0 cm, e podem coalescer, tornando-se irregulares. Estruturas reprodutivas (peritécios e

picnídios) podem ser observadas no centro das lesões (SHURTLEFF, 1980). Geralmente, os sintomas aparecem primeiro nas folhas inferiores, progredindo rapidamente para o ápice da planta, reduzindo drasticamente a área foliar. Normalmente, esses sintomas são manifestados após o florescimento.

Em cultivares suscetíveis, essas lesões multiplicam-se rapidamente nas folhas inferiores e passam, em seguida, para as folhas acima da espiga. Em grande número, as lesões juntam-se e causam requeima das folhas, que cessam a fotossíntese na fase de enchimento dos grãos e provocam secas prematuras das espigas antes de atingir o seu tamanho normal. Consequentemente, as espigas reduzem o seu tamanho e os grãos ficam parcialmente cheios, de cor desbotada, chochos e muitas vezes ardidados; com isso, a produtividade é afetada pela redução da produção de grãos e a qualidade fica depreciada, pois suas propriedades físicas e químicas e nutricionais são prejudicadas (COLORADO, 1996).

Fernandes e Oliveira (1997) observaram que a severidade da mancha foliar é favorecida essencialmente pela umidade relativa acima de 60% e, também, por temperaturas noturnas acima de 14°C e, por isso, sua ocorrência é mais severa em plantios tardios, sob altas precipitações pluviais, proporcionando condições ambientais adequadas para o desenvolvimento da doença.

Muitos autores têm afirmado que, para o controle da mancha branca, o uso de cultivares resistentes é o método mais eficiente em regiões onde o patógeno encontra melhores condições de desenvolvimento (VENTURA; RESENDE, 1996; SILVA, 1997; PEREIRA, 1997). Sobre o controle da doença, Rolim et al. (2007) também afirmam que as principais medidas recomendadas são a utilização de cultivares mais resistentes associadas ao manejo da cultura, como rotação e semeaduras escalonadas. Tais medidas são, muitas vezes, suficientes, mas em regiões e/ou épocas em que as condições ambientais são favoráveis ao patógeno e há elevado potencial de inóculo, podem ocorrer epidemias da doença. Atualmente, com o advento e registro de fungicidas contendo estrobirulinas para a cultura do milho, princípio ativo eficiente para o controle dessa doença, tornou-se possível limitar o desenvolvimento do patógeno mesmo após seu aparecimento na lavoura.

Entretanto, há dificuldade em se prever a evolução da doença e, conseqüentemente, a necessidade de aplicação de fungicidas.

#### 2.1.1.3 Helmintosporiose comum (*Exserohilum turcicum*)

A helmintosporiose comum, causada por *Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs (sin. *Helminthosporium turcicum* Pass.) caracteriza-se como uma das principais doenças foliares (FANTIN et al., 1991; MIRANDA et al., 2002). Este patógeno tem a capacidade de causar mancha foliar em plantas de milho, sorgo e capim (BHOWMIK; PRASADA, 1970). Pertence à Classe dos Deuteromicetos, ordem Moniliales, família Dematiaceae e ao gênero e espécie *Exserohilum turcicum* tendo como forma sexuada *Setosphaeria turcica* (REIS et al., 2004).

Os sintomas característicos são lesões alongadas, elípticas, de coloração cinza ou marrom e no interior das lesões observa-se intensa esporulação do patógeno, o comprimento variável entre 2,5 a 15 cm. A colonização é feita através do crescimento das hifas, que invadem o tecido parenquimatoso, fazendo com que ocorra a liberação de toxinas e enzimas. No caso de *E. turcicum*, as enzimas atuam causando morte e decomposição celular, liberando os nutrientes requeridos para o crescimento do patógeno. Durante a fase de colonização, *E. turcicum* se desenvolve, invadindo o tecido do hospedeiro e provocando alterações em diversos processos fisiológicos (BEDENDO, 1995; PEREIRA et al., 1996).

Ocorrendo inicialmente nas folhas inferiores, o patógeno da helmintosporiose sobrevive em folhas e colmos infectados e tem a disseminação dos conídios pelo vento a longas distâncias. Temperaturas moderadas (18-27°C) e longos períodos de molhamento foliar são favoráveis à doença, bem como a presença de orvalho. O patógeno tem como hospedeiros o sorgo, o capim sudão, o sorgo de halepo e o teosinto. No entanto, isolados provenientes do sorgo não são capazes de infectar plantas de milho.

A principal medida de controle da doença é feito através do plantio de cultivares com resistência genética, uma vez que reduz custos de produção e minimiza riscos à atividade e ao meio ambiente. A rotação de culturas é

também uma prática recomendada para o manejo desta doença (CASELA et al., 2006).

Fernandes e Oliveira (2000) descreveram que a doença tem sido maior em plantios de safrinha, cujas perdas podem atingir 50% ou mais em ataques antes do período de floração. De acordo com a literatura, para genótipos de milho comum e milho doce, as maiores intensidades de helmintosporiose estão associadas a danos de rendimento e infecções anteriores ao pendoamento das plantas foram determinantes para prejuízos elevados (FISHER et al., 1976; ISSA, 1983; PERKINS; PEDERSEN, 1987; PATAKY, 1992).

#### 2.1.1.4 Ferrugens

Dentre as doenças que acometem a cultura do milho, as ferrugens (Tabela 1) merecem destaque, pois são classificadas entre as principais e por estarem presentes na maioria das regiões produtoras, causando limitações a algumas delas, tais como danos diretos a planta, por redução da área fotossintetizadora, que pode acarretar redução na produção e/ou produtividade (PINHO et al., 1999).

Tabela 1 – Características peculiares entre as ferrugens do milho

<b>Ferrugem</b>	<b>Patógeno</b>	<b>Sintomas</b>	<b>Condições</b>
Comum	<i>Puccinia sorghi</i>	Pústulas alongadas cor marrom Distribuídas em faixas nas duas faces da folha;	Temperatura amena e alta umidade
Polissora	<i>Puccinia polysora</i>	Pústulas ovais cor canela com distribuição homogênea na face da folha;	Temperatura elevada e úmida- de elevada
Branca	<i>Physopella zae</i>	Pústula em grupos de cor creme ou amarelada.	Temperatura moderada a alta e umidade elevada

Fonte: Fantin et al. (1997).

##### 2.1.1.4.1 Ferrugem comum (*Puccinia sorghi*)

A ferrugem comum tem ampla distribuição na cultura do milho no país. Nas cultivares suscetíveis, essa doença pode afetar significativamente o

rendimento. É favorecida por alta umidade e temperaturas amenas, portanto mais importante nos primeiros plantios, principalmente da região sul, e nos plantios de milho safrinha (DUARTE, 2005).

A doença da ferrugem comum é causada pelo fungo *Puccinia sorghi* e seu desenvolvimento é favorecido por temperaturas moderadas, na faixa de 16 a 23°C, alta umidade relativa e altitudes superiores a 900 m, sendo essa amplitude ótima para a germinação dos urediniósporos (PINTO; SANTOS; WRUCK, 2006). A velocidade de desenvolvimento da doença é reduzida com temperatura abaixo de 8°C. A esporulação cessa com temperatura acima de 32°C. Quando a atmosfera está saturada, praticamente 100% de esporos germinam, porém somente 3% quando a umidade relativa abaixa para 97% (REIS; CASA; BRESOLIN, 2004).

As pústulas são formadas na parte aérea da planta e são mais abundantes nas folhas. Em contraste com a ferrugem polissora, as pústulas são formadas em ambas as superfícies da folha, apresentam formato circular a alongado e se rompem rapidamente (CASELA et al., 2006).

Os danos e as perdas causadas pela ferrugem comum ainda não foram quantificados isoladamente. Sabe-se que infecções precoces levam a redução significativa da área foliar sadia da planta (REIS; CASA; BRESOLIN, 2004). Pedrosa (2002) também aponta que, na literatura, são poucos os relatos de perdas, devido à essa doença, em lavouras comerciais de milho, principalmente no Brasil. Contudo, Larson (2001) cita um ensaio conduzido por Kim e Brewbaker (1977), no Havaí, no qual foram observadas perdas médias de 35% em híbridos susceptíveis de milho.

#### 2.1.1.4.2 Ferrugem polissora (*Puccinia polysora*)

A ferrugem de polissora, causada pelo fungo *Puccinia polysora* Underw, foi, durante toda a década de 90, a doença foliar mais importante da cultura do milho. Relatos mostram perdas de 45-50% sob condições favoráveis (RODRIGUES-ARNON et al., 1980). No Brasil, essas perdas podem atingir até 44,6% da produção em híbridos suscetíveis (PINHO et al., 1999). Essa doença tem sido relatada em muitas áreas tropicais e subtropicais de cultivo do milho, no mundo todo (MELCHING, 1975; SHURTLEFF, 1992).

Um dos fatores que contribui para a disseminação da doença é o plantio sucessivo de milho na mesma área, resultando num aumento da fonte de inóculo desta ferrugem, que torna os plantios atrasados e o de safrinha mais vulneráveis à essa doença (PINTO et al., 1997).

Os sintomas da ferrugem polissora são caracterizados pela formação de pústulas circulares a ovais, de coloração marrom clara, distribuídas, predominantemente, na face superior das folhas. Por se tratar de um patógeno biotrófico, sobrevive apenas em plantas vivas (CASELA et al., 2006).

Essa doença é particularmente bem adaptada a ambientes onde prevalecem temperatura e umidade elevadas, molhamento foliar de 2 a 24 h, caracterizados por temperaturas de 23 a 28°C (MELCHING, 1975). *P. polysora* tem sido considerada de grande importância nas regiões tropicais do Brasil, predominando em regiões abaixo de 700 m de altitude em semeadura a partir de outubro. Em regiões mais altas, a doença pode ocorrer com maior intensidade geralmente apenas em plantios iniciados a partir de dezembro (SILVA, 1997). Os danos causados pela doença inclui a redução do vigor, tamanho do grão e de área foliar fotossintética (LEONARD, 1974).

A resistência genética é a forma mais eficiente de controle de doenças na cultura do milho (BALMER; PEREIRA, 1987; FUTRELL, 1975), contribuindo para isso a disponibilidade de uma grande diversidade genética.

#### 2.1.1.4.3 Ferrugem branca (*Physopella zeae*)

Em relação às três ferrugens que ocorrem no milho, a ferrugem tropical ou ferrugem branca, cujo agente causal é o fungo *Physopella zeae* (Mains) (CUMMINS & RAMACHAR), vem se destacando por sua maior adaptação a diferentes ambientes, pela disponibilidade de cultivares comerciais resistentes e ainda por sua agressividade. A primeira constatação dessa doença na América do sul foi em 1944. No Brasil, os primeiros relatos de ocorrência da ferrugem tropical datam de 1976 e foram feitos no Estado do Espírito Santo. Desde então, essa doença tem aumentado de forma epidêmica, ocorrendo em praticamente todas as regiões produtoras, principalmente nas regiões Centro-Oeste e Sudeste, causando danos diretos à planta, por redução da área fotossintética (FIGUEIREDO, 1995; PINHO et al., 1999).

Os sintomas dessa doença apresentam-se como urédias de coloração creme a amarelada, ocorrendo principalmente em grupos pequenos, paralelamente às nervuras, medindo cerca de 0,3-1,0 mm de comprimento. Essas aparecem em ambas as superfícies foliares e são cobertas pela epiderme, com exceção de um poro pequeno ou fenda no centro da lesão. Essas pústulas podem desenvolver-se e abranger o tecido foliar ao redor delas e sofrer uma alteração na coloração, tornando-se amarelada a castanha e mudam para púrpura escuro, com uma área de 0,6 cm de diâmetro. Teliósporos enegrecidos são geralmente formados nessas manchas em grupos espalhados ao redor da urédia, Não são conhecidos hospedeiros intermediários de *P. zea* (PEREIRA, 1997; REIS et al., 2004).

O início da infecção ocorre em cerca de 7 a 9 dias após a inoculação à temperatura de 23-30 °C, e em torno 10 dias após a inoculação à temperatura de 17-19 °C. Esta doença tem recebido mais atenção devido ao fato de o fungo *P. zea* apresentar maior adaptação em diferentes ambientes, possivelmente por ser menos exigente em umidade e temperatura quando comparado com os agentes causais da ferrugem polissora (*P. polysora*) e ferrugem comum (*P. sorghi*) (MELCHING, 1975; SILVA, 1997).

Pinho et al. (1999), avaliando as ferrugens tropical e polissora, 80 dias após a semeadura, na região do município de Santa Helena de Goiás, observaram redução, em média, de mais de 2,0 ton.ha<sup>-1</sup> por acréscimo de uma unidade na nota de severidade, ou seja, 10% de área foliar afetada pela ferrugem tropical, evidenciam a necessidade de se recomendar somente cultivares com níveis aceitáveis de resistência.

O controle mais eficaz dessa doença é feito por meio do uso de resistência genética, muito embora sejam poucos os relatos de cultivares comerciais com bons níveis de resistência, sendo, algumas vezes, necessário a utilização de controle químico (DUDIENAS et al., 1997).

O manejo da doença deve ser realizado com o plantio de cultivares resistentes, recomendando a alternância de genótipos e a interrupção no plantio durante certo período para que ocorra a morte dos uredósporos, pois os plantios contínuos tendem a agravar o problema causado pelas ferrugens em geral (CASELA et al., 2006).

### 2.1.2 Grãos ardidos

Os grãos ardidos em milho são o reflexo das podridões de espigas causadas, principalmente, pelos fungos presentes no campo como *Stenocarpella maydis*, *S. macrospora*, *Fusarium verticillioides*, *F. subglutinans*, *F. graminearum*, *Giberella zeae*, *Penicillium spp.* e *Aspergillus spp.* Como padrão de qualidade tem-se, em algumas agroindústrias, a tolerância máxima de 6,0 % para grãos ardidos em lotes comerciais de milho (MENEGAZZO, 2000). Tendo em vista que os grãos de milho podem estar contaminados com *Fusarium* (*F. moniliforme*, *F. subglutinans*, *F. proliferatum*, *F. napiforme*, *F. nygamai*), no campo, e que a produção de fumonisina ocorre no estágio de pré-colheita, uma alternativa promissora de controle é o desenvolvimento de híbridos resistentes a esses fungos toxigênicos.

A produção da fumonisina B1 (FB1) em grãos de milho, pelo fungo *Fusarium subglutinans*, é relatada por vários autores, entre eles Chulze et al. (1998). A FB1 tem sido mencionada como causadora da leucoencefalomalácia em cavalos (MARASAS, 1995), do edema pulmonar em suínos (HARRISON, 1990), e está correlacionada com o aumento do risco de câncer de esôfago em seres humanos que consomem milho contaminado (MARASAS, 1995).

Ono et al. (1998) analisaram 113 amostras de milho recém-colhido, provenientes das regiões Centro-Sul e Centro-Oeste do Estado do Paraná. A análise microbiológica demonstrou predominância de colônias com características morfológicas de *Fusarium spp.* Observou-se que as amostras da região Centro-Oeste apresentaram níveis de contaminação fúngica e teores de fumonisinias (FB1 e FB2) mais elevados em relação às amostras da região Centro-Sul do Paraná, provavelmente devido à diferenças das condições climáticas entre as duas regiões.

Pinto et al. (2007) avaliaram a qualidade sanitária e produção de fumonisina B1 em grãos de milho, na fase de pré-colheita, e o desempenho de cultivares de milho em relação à produção de grãos ardidos e mofados na fase de pré-colheita, bem como a biossíntese de fumonisina B1 pelo fungo toxigênico *Fusarium subglutinans* (*Gibberella fujikuroi* var. *subglutinans*). Os resultados apresentados nos experimentos permitiram inferir que há diferenças significativas entre as cultivares de milho em relação à produção de grãos

ardidos e mofados, e que a produção de fumonisina B1 é decorrente da interação entre a cultivar e o fungo *Fusarium subglutinans* (*Gibberella fujikuroi* var. *subglutinans*).

A maior intensidade de podridões de espiga normalmente ocasiona maior incidência de grãos ardidos, indesejáveis na comercialização, pois é descontado do preço de venda um percentual referente à incidência de grãos mofados. Os fungos causadores de podridões do colmo e da espiga sobrevivem principalmente nos restos culturais e na semente de milho infectada (CASA et al., 1998; PINTO, 1998; REIS; CASA, 2000). O cultivo do milho em monocultura e plantio direto favorece a sobrevivência, a manutenção e a multiplicação do inóculo destes fungos (ZAMBOLIM et al., 2000). Alguns trabalhos de pesquisa têm demonstrado haver uma redução na intensidade das podridões do colmo e da espiga quando o milho é cultivado em rotação de culturas (DENTI; REIS, 2001; TRENTO et al., 2002). Por outro lado, as espécies vegetais utilizadas antecedentes ao milho, como forma de cobertura morta em plantio direto, podem anular o efeito da rotação, por serem hospedeiras dos agentes causais dessas doenças em milho. Além disso, o nível tecnológico empregado pelos agricultores é variável entre propriedades. A diferença entre fornecimento de insumos (tipo, quantidade, época de fornecimento), escolha do arranjo espacial, manejo de plantas invasoras e pragas, e a escolha do material genético, também podem afetar a ocorrência e a intensidade das doenças.

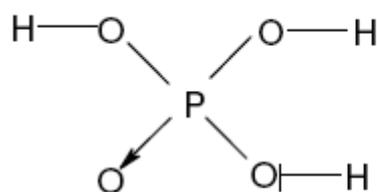
## 2.2 FOSFITO DE POTÁSSIO

Os fosfitos são produtos líquidos originados da neutralização do ácido fosforoso ( $H_3PO_3$ ) por uma base, sendo a mais utilizada o hidróxido de potássio, cujo produto é o fosfito de potássio. O fosfito difere quimicamente do fosfato ( $H_3PO_4$ ) devido à substituição de um átomo de oxigênio ligado ao fósforo por um átomo de hidrogênio em sua molécula, o que resulta em diferenças marcantes no comportamento desses dois ânions no metabolismo das plantas. Na reação do fosfito com a enzima fosfatase, o átomo de

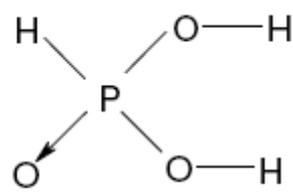
hidrogênio se projeta da superfície enzimática para reagir com outras moléculas, ao contrário do fosfato, onde é o átomo de oxigênio que reagirá com outras moléculas. Portanto, o fosfito não pode possuir a mesma função bioquímica do fosfato. Muitas enzimas envolvidas com as reações de fosforilação distinguem o fosfito do fosfato (PLAXTON, 1998).

Fósforo, um elemento crítico que, apesar da dificuldade de absorção pelas plantas, tem sido aplicado tradicionalmente como ácido fosfórico nos adubos fosforados. Entretanto, esse elemento é altamente insolúvel na forma de fosfato, porque sua molécula é facilmente imobilizada no solo e na superfície das folhas. Mesmo assim, ele continua sendo um elemento importante em todos os processos metabólicos das plantas. Pesquisas internacionais mostram o fósforo, em citros, desempenhando um papel na maturação, na resistência a doenças e nematóides, no balanço hídrico e na eficiência do uso da água, na tolerância ao frio e no aumento do aproveitamento de outros elementos, particularmente potássio, cálcio e alguns micronutrientes. Devido à camada de cera nas folhas, os fosfatos nunca podem ser totalmente absorvidos. As raízes e as folhas absorvem os fosfitos mais rapidamente que os fosfatos, os quais, na superfície foliar, podem levar vários dias para serem absorvidos (DISMAL, 1996).

Fosfito é nome genérico que se dá aos sais do ácido fosforoso  $H_3PO_3$ . Este ácido é conhecido na química por uma característica interessante: um dos átomos de hidrogênio de sua molécula não tem função de ácido.

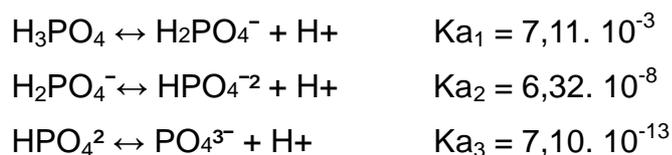


Ácido Fosfórico

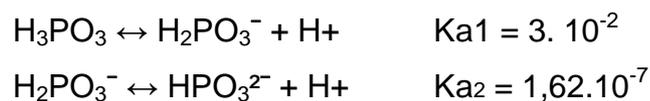


Ácido Fosforoso

No ácido fosfórico  $H_3PO_4$ , por exemplo, os 3 átomos de hidrogênio atuam como ácido, muito embora a ionização do terceiro hidrogênio seja muito pequena:



No caso do ácido fosforoso o terceiro hidrogênio não se ioniza por questão estrutural.



O desenvolvimento de um produto à base de fosfito pode não somente elevar a sanidade nutricional geral das plantas, mas também proporcionar a produção de frutos maiores e mais pesados e melhorar as características pós-colheita, tais como aumentar a armazenabilidade e o “tempo de prateleira” (DISMAL, 1996).

Devido ao alto grau de solubilidade e mobilidade, os fosfitos são rapidamente absorvidos, deslocando-se através das membranas das plantas na folhagem e no sistema radicular. Além do controle de doenças, os fosfitos podem melhorar o estado nutricional das plantas, ao fornecer nutrientes, como fósforo e potássio. O caráter sistêmico dos fosfitos e a rápida absorção pelas raízes, folhas, tronco e ramos permitem vários métodos de aplicação: pulverização foliar, pincelamento, irrigação e imersão, de acordo com o tipo de planta e características do patógeno a ser controlado (SONEGO et al., 2005).

O fosfito é um fraco ativador das enzimas fosfatase ácida e fosfofrutoquinase dependente de P na forma de fosfato (CARSWELL et al., 1996). Possui qualidades sanitárias com atividade fungicida, atuando diretamente sobre os fungos ou ativando o mecanismo de defesa das plantas, que induz a produção de fitoalexinas (REUVENI, 1997).

Estudos realizados com diferentes culturas têm mostrado o efeito de fosfitos no aumento do controle das doenças. O fosfito, na forma de sal de potássio, apresenta efeito semelhante ao fosetyl-Al ou Aliette®, fungicidas bastante usados para o controle de oomicetos. Afek e Szejnberg (1989) observaram que o fosfito, assim como fosetyl-Al são compostos efetivos no controle de lesões provocadas por *Phytophthora citrophthora* em citros,

ocorrendo um aumento nos teores de scoparone, uma fitoalexina associada à resistência de citros à *Phytophthora* e que se acumula na casca das árvores cítricas após a inoculação do patógeno, sendo esse acréscimo maior nos cultivares resistentes. A forma mais prontamente disponível de fósforo está ajudando muitos citricultores a obterem aumentos significativos na qualidade de frutos, na produtividade e na sanidade nutricional das plantas através da suplementação de seus programas regulares de adubação com fosfitos nos períodos críticos de desenvolvimento dos frutos (DISMAL, 1996)

Jackson et al. (2000, citados por SILVA et al., 2008) evidenciaram que pode ocorrer tanto uma ação direta como indireta dos fosfitos sobre *P. cinnamomi*, dependendo da concentração usada, ou seja, em baixas concentrações o produto atuaria como indutor de resistência e em altas concentrações apresentaria toxidez direta.

Além do efetivo controle de espécies do gênero *Phytophthora*, o fosfito mostra-se eficiente no controle de outros patógenos causadores de doenças. Agostini et al. (2003) verificaram que o fosfito foi tão eficiente quanto o fungicida benomyl no controle de melanose (*Diaphorte citri*) e mancha de alternaria (*Alternaria alternata*) em citros. O fosfito também reduziu a severidade de verrugose (*Elsinoe fawcettii*), mas com controle inferior ao promovido pelo benomyl.

Os fosfitos têm demonstrado eficácia no controle de diferentes doenças de plantas. Como exemplo, pode-se citar o controle de *Penicillium expansum* (mofo azul da maçã) e *Phytophthora infestans* (requeima em solanáceas) entre outras (SONEGO et al., 2003; BLUM et al., 2007; BONETI; KATSURAYAMA et al., 2002). Sônego et al. (2003), avaliando fosfitos no controle do míldio da videira, verificaram que aplicações preventivas de fosfito de potássio reduziram a incidência e a severidade do míldio em videira 'Cabernet Sauvignon'.

O efeito dos fosfitos também foi estudado por Nascimento et al. (2008) para o controle da mancha bacteriana do tomateiro (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*) e talo-oco (*Erwinia* spp.) do tomate e verificaram que houve redução da severidade da *X. campestris* pv. *vesicatoria*, e redução na incidência de *Erwinia* spp. A eficiência dos produtos no controle de *Erwinia* chegou a 89%.

Moreira et al. (2002) avaliaram fosfito de CaB e de potássio no controle pós-colheita de podridão parda (*Monilinia fructicola*) em pêssego e observaram controle acima de 85% das lesões latentes nos frutos tratados com fosfito de potássio.

Rickard (2000), em estudos realizados em Riverside, EUA, obteve incrementos significativos na produtividade da laranja 'Washington Navel' com aplicação de fosfito PK 00:28:26 via foliar nas doses de 2,3 e 4,6 L.ha<sup>-1</sup>, com incrementos de 90% e 117%, respectivamente. Observou também aumento na produtividade bem como no teor de sólidos solúveis totais (°Brix) e porcentagem de acidez de suco, na mesma variedade, com aplicação de 4,7 L.ha<sup>-1</sup> de fosfito PK 00:28:26, via foliar, na fase de queda de pétalas.

Ribeiro Júnior (2008), estudando o efeito do fosfito de potássio, in vitro, na germinação dos conídios da murcha-de-*Verticillium*, *Verticillium dahliae* Kleb, verificou que todas as doses testadas apresentaram algum efeito tóxico na germinação dos conídios: nas doses de 2,5 e 5,0 mL.L<sup>-1</sup>, a germinação dos conídios foi 0 e 1%, enquanto que nas doses de 0,62 e 1,25 mL.L<sup>-1</sup> foi de 35 e 21%, respectivamente. Aparentemente, os conídios germinados tratados com fosfito de potássio apresentaram tubos germinativos menores que os tratados com Acibenzolar-S-Metil e a testemunha.

Nojosa (2003), trabalhando com *Phoma costarricensis* do cafeeiro, observou que o fosfito de potássio na dose 10 mL.L<sup>-1</sup> inibiu o crescimento micelial em 62% e nas doses de 1,5 a 10 mL.L<sup>-1</sup>, reduziu o comprimento do tubo germinativo em 32,6%, enquanto que o fosetil-Al inibiu 100% do crescimento micelial nas doses de 2 a 4 g.L<sup>-1</sup>. De acordo com Feen e Coffey (1989), o efeito do fosfito de potássio seria tão eficiente quanto o do fosetil-Al, pois possui modo de ação similar ao mesmo.

Um exaustivo estudo sobre fosfito de potássio como controlador de muitos tipos de doenças em um grande número de culturas subtropicais e de regiões cálidas vem sendo realizado. No entanto, novas investigações sobre o modo de atuação dos fosfitos deverão esclarecer o comportamento ao nível celular e permitir o desenvolvimento de novos produtos. Os estudos sobre a dinâmica dos níveis de fosfitos e sua variação nas plantas serão de utilidade prática em curto prazo. Por exemplo, os níveis críticos de fosfitos que inibem o desenvolvimento de patógenos nos tecidos vegetais devem ser determinados.

Quando esses níveis forem conhecidos, será possível desenvolver equipes de determinação automática de níveis de fosfitos nas plantas e usar tais dados para decidir o momento de aplicação do fungicida. São necessários também futuros trabalhos para a avaliação de fosfitos como meio de ativação de sistemas naturais de defesa das plantas e para uma melhor utilização da atividade sistêmica do fungicida (WICKS et al., 1990).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 INSTALAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Os trabalhos experimentais foram conduzidos no Centro Tecnológico da Cocari - CTC (Figura 2), localizado no município de Mandaguari – PR, na latitude 23°30.525` Sul, longitude 51°42.860` Oeste, na altitude média de 655 m.

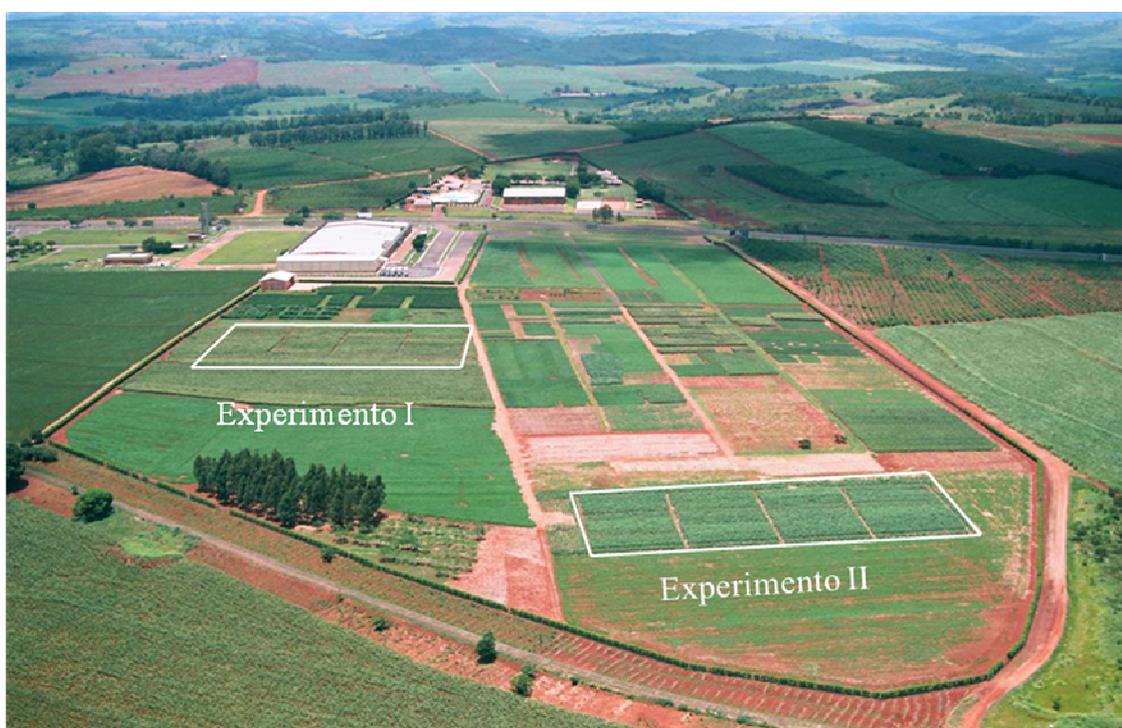


Figura 2 – Centro Tecnológico da Cocari – Mandaguari – PR. Localização dos experimentos I e II.

O clima, segundo a classificação de Köppen, é o tropical de transição para subtropical que apresenta temperaturas médias anuais entre 20 e 22°C, com média do mês mais quente superior a 22°C, e invernos brandos com períodos de seca hiberna pouco pronunciada, nos meses de julho a setembro. Com índices pluviométricos situando-se entre 1.500 mm e 1.600 mm por ano.

O período da pesquisa compreendeu de outubro de 2008 a julho de 2010. Os dados meteorológicos da região foram registrados, no período de condução dos experimentos, pelo posto agrometeorológico situado na área experimental (Apêndice – Figuras 1A, 2A, 3A).

O solo da área da instalação dos experimentos foi classificado como Latossolo vermelho distroférico, textura argilosa (EMBRAPA, 2006). As amostras de solo foram coletadas antes da instalação do experimento na profundidade da camada de 0-20 cm, e determinadas as características químicas (Tabela 2) da amostra.

Tabela 2 – Análise química do solo da área experimental\*

Macronutrientes									
	pH		Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	P	C
	CaCl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O							
Exp.1	5,0	5,7	0,0	3,6	5,3	3,7	0,21	8,0	18,0
Exp.2	4,9	5,5	0,0	4,5	6,8	5,0	0,28	6,0	26,0
Exp.3	5,0	5,7	0,0	3,3	7,5	5,9	0,42	9,0	22,0

Micronutrientes:							
	S	Na	B	Fe	Mn	Cu	Zn
	mg.dm <sup>-3</sup>						
Exp.1	18,0	2,3	0,2	43,0	23,0	13,0	8,5
Exp.2	21,0	2,3	0,3	36,0	49,7	13,5	16,0
Exp.3	15,6	2,0	0,3	45,2	49,5	12,0	12,0

Extratores: B = Água quente; Al, Ca, Mg = KCl 1N; K, Na, Fe, Mn, Cu, Zn = Mehlich, S = Fosfato monocálcico.

\*Análises efetuadas no Laboratório Unithal, Campinas – São Paulo.

### 3.1.1 Caracterização dos tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos constituíram-se das combinações dos fatores híbridos de miho (Tabela 3), estádios fenológicos e doses diferentes e de pulverização foliar de fosfito de potássio (PHOS UP PK 28-26®) 28% em m/m de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, e fungicida epoxiconazole + piraclostrobina (Ópera®).

Tabela 3 – Tratamentos foliares utilizados nos experimentos e estágio fenológico da aplicação

Tratamentos	Estádio Fenológico
T1 fosfito de potássio 2,0 L.ha <sup>-1</sup>	V6
T2 fosfito de potássio 2,0 L.ha <sup>-1</sup>	V10
T3 fosfito de potássio 1,0 L.ha <sup>-1</sup>	V6 e V10
T4 fosfito de potássio 2,0 L.ha <sup>-1</sup>	V6 e V10
T5 fosfito de potássio 1,0 L.ha <sup>-1</sup>	V6 e
fungicida 0,6 L.ha <sup>-1</sup> + óleo mineral 0,5 %	V10
T6 fungicida 0,6 L.ha <sup>-1</sup> + óleo mineral 0,5 %	V10
T7 Testemunha absoluta (sem aplicação)	-

Nos experimentos I e II, plantio preferencial e plantio tardio, seis híbridos de milho (Tabela 4) foram arrançados no esquema fatorial 6 x 7, em blocos casualizados. No experimento III, plantio safrinha, foram utilizados, no arranjo fatorial 4 x 7, empregando os mesmos tratamentos foliares em quatro híbridos reproduzidos dos experimentos I e II.

Tabela 4 – Híbridos e época de condução dos experimentos

Experimentos	Período	Híbridos utilizados
Experimento I	08/10/2008 a 18/03/2009	CD 304, CD 308, CD 321, CD 351, CD 384, DKB 390.
Experimento II	18/11/2008 a 16/04/2009	AG 9040, AG 7010, P 30S31, DKB 390, AS 1575, SOMMA.
Experimento III	01/03/2010 a 16/08/2010	CD 304, CD 321, AG 9040, AG 7010.

Os híbridos utilizados para condução dos experimentos (Tabela 5) foram caracterizados segundo a sua suscetibilidade à doenças foliares da cultura do milho. O complexo de doenças foliares mais importantes para a região de Mandaguari foi a mancha de cercospora, a mancha branca, a helmintosporiose comum e ferrugens.

Tabela 5 – Caracterização dos híbridos quanto à reação as doenças foliares

Milho	Empresa	Ciclo	Híbrid	Reação às doenças <sup>3</sup>			
				Mancha de cerc.	Ferrugem	Helmint.	Mancha branca
CD 304	Coodetec	Super P.	HT <sup>2</sup>	ms <sup>1</sup>	ms	mt	ms
CD 308	“	Precoce	HD	Mt	ms	mt	ms
CD 321	“	Precoce	HS	Mt	ms	ms	ms
CD 351	“	Precoce	HS	Ms	ms	mt	mt
CD 384	“	Precoce	HT	Mt	ms	mt	mt
DKB 390	Dekalb	Precoce	HS	Ms	s	mt	t
AG 9040	Agroceres	Super P.	HS	Ms	ms	mt	ms
AG 7010	“	Precoce	HS	t	t	t	mt
P 30S31	Pioneer	Precoce	HS	mt	ms	mt	mt
AS 1575	Agroeste	Precoce	HS	mr	ms	mt	mt
SOMMA	Syngenta	Precoce	HS	mt	ms	mt	mt

<sup>1</sup> s = suscetível, ms = moderadamente suscetível, mt = moderadamente tolerante, t=Tolerante

<sup>2</sup> HS = híbrido simples, HD = híbrido duplo, HT = híbrido triplo

<sup>3</sup> Informações cedidas pelas empresas detentoras dos híbridos.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições, totalizando 42 parcelas em cada bloco nos experimentos I e II e 28 parcelas em cada bloco, no experimento III, totalizando 448 unidades experimentais nos três experimentos. As unidades experimentais foram constituídas de oito linhas de milho com espaçamento de 0,9 m por 4,0 m de comprimento, com área total de 28,8 m<sup>2</sup>. A área útil da parcela foi considerada descartando uma linha de milho de cada lateral e 1,0 m de cada lado, constituindo a bordadura entre as linhas do tratamento foliar pulverizado. Foram consideradas, então, seis linhas de milho de 0,9 m por dois metros de comprimento cada, totalizando 10,8 m<sup>2</sup> de área para as avaliações da severidade das doenças e colheita da produção.

### 3.1.2 Semeadura do milho e tratos culturais

O experimento I foi instalado em área de plantio direto, após dessecação com glifosate 1,8 L.ha<sup>-1</sup>, (Trop®), em sucessão a cultura de aveia preta, no dia 08/10/08, considerada época de plantio preferencial para a cultura. O experimento II foi semeado no dia 18/11/2008, considerada época de plantio atrasada com maior pressão de doenças, em sucessão à cultura de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb). O experimento III foi instalado no dia

01/03/2010, plantio safrinha em sucessão à cultura de milho de verão (milho sobre milho), período no qual a incidência das doenças costumeiramente é maior durante o ano.

As sementes foram tratadas com inseticidas Imidacloprido (150g i.a. L<sup>-1</sup>) e Thiodicarbe (450 g.i.a. L<sup>-1</sup>), (CropStar®), na dose de 0,3 L.ha<sup>-1</sup>, para prevenir as pragas de início do ciclo da cultura, conforme Andrei (2005). A operação de plantio foi realizada com semeadora mecanizada com quatro linhas, e a população final foi ajustada para 5,5 plantas.m<sup>-1</sup>, totalizando 59.860 plantas.ha<sup>-1</sup> por raleamento manual no estágio V2, nos experimentos I e II, e 4,5 plantas. m<sup>-1</sup>, 49.995 plantas. ha<sup>-1</sup> no experimento III (safrinha).

O fertilizante utilizado na adubação de base foi o adubo químico da fórmula 08-16-16 na dose de 350 kg. ha<sup>-1</sup> conforme atendimento à análise do solo. No estágio V4 (quatro folhas totalmente expandidas), foi realizada a adubação nitrogenada em cobertura, e cada tratamento recebeu 45 Kg de N ha<sup>-1</sup>, aplicados a lanço na forma de sulfato de amônia.

O controle das plantas daninhas foi realizado com a aplicação do herbicida Atrazina 2,0 L ha<sup>-1</sup> (Primóleo®) e Mesotriona (Callisto®) 0,24 L. ha<sup>-1</sup>, aplicados em pós emergência da cultura no estágio V5.

O controle de pragas, principalmente a lagarta do cartucho *Spodoptera frugiperda* e percevejo barriga verde *Dichelops furcatus*, foi realizado com pulverizações aos oito, dezoito e trinta dias após a emergência, com os inseticidas Tiametoxam e Lambda-cialotrina (Engeo Pleno®) 0,25 L. p.c. ha<sup>-1</sup>, Lufenurom (Match® EC) 0,28 L. p.c.ha<sup>-1</sup> e alfa-cipermetrina + teflubenzurom (Imunit®) 0,08 L. p.c. ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Foi utilizado pulverizador costal pressurizado com CO<sub>2</sub>, e pressão constante de 25 kgf. cm<sup>-3</sup> equipado com barra de 3,0 m, com seis pontas de aplicação, marca Magnojet®, duplo leque sem indução de ar, série AD110<sup>o</sup> 0,15, com espaçamento de 50 cm entre pontas, com vazão de 125 L. ha<sup>-1</sup>, para aplicação dos tratamentos de fosfito de potássio e do fungicida epoxiconazole + piraclostrobina nos tratamentos e estádios fenológicos anteriormente citados.

## 3.2 AVALIAÇÕES DE CAMPO

### 3.2.1 Avaliação da severidade das doenças foliares

As doenças foliares avaliadas foram as mancha de cercospora, mancha branca, helmintosporiose comum e ferrugens. Essas doenças foliares ocorrem com maior frequência e intensidade causando danos econômicos na região em estudo. As avaliações de severidade das doenças foliares foram realizadas pelo método direto dos sintomas e sinais (MORAIS, 2007), atribuindo valores de 0, 1, 2, 5, 10, 15, 20 e 35 de porcentagem foliar de ocupação pelas lesões do patógeno na folha da planta, segundo as escalas diagramáticas para as manchas de cercospora e helmintosporiose comum (AGROCERES, 1993) e escalas diagramáticas desenvolvidas por Canteri et al. (1999) para as ferrugens e mancha branca (Apêndice - Figura 4A). As avaliações foram realizadas nas duas linhas centrais das parcelas em quatro plantas, ao acaso, e em três folhas por planta, sendo a folha da espiga uma folha oposta acima e outra abaixo, totalizando 12 folhas por parcela (Apêndice - Figura 5A). Foram monitoradas as quatro doenças simultaneamente em quatro avaliações entre 15 e 18 dias a partir da última aplicação dos tratamentos foliares até o período próximo a maturidade fisiológica dos grãos, nos estádios fenológicos V10 até R5. As avaliações do primeiro experimento foram realizadas nos dias: 18/12/08, 06/01/09, 26/01/09 e 12/02/09; do segundo experimento nos dias: 15/01/09, 04/02/09, 23/02/09 e 16/03/09; do terceiro experimento nos dias: 14/05/10, 28/05/2010, 09/06/10 e 28/06/10.

A ocorrência e a severidade das doenças entre as avaliações foram comparadas através da equação da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) (CAMPBELL; MADDEN, 1990). O cálculo da AACPD foi determinado pela equação:

$$AACPD = \sum_{i=1}^n [(Y_{i+1} + Y_i)/2] * [(T_{i+1} - T_i)]$$

onde:

$n$  é o número de observações;

$Y_i$  é a severidade da doença na “i”-ésima observação;

$T_i$  é o tempo em dias na “i”-ésima observação.

### 3.2.2 Avaliação de produtividade

A produtividade das parcelas, nos três experimentos, foi obtida pela colheita manual e debulha mecanizada das espigas. Os experimentos I, II e III foram colhidos nos dias 18/03/2009, 16/04/2009 e 16/08/2010, respectivamente. A massa e a umidade dos grãos foram determinadas com medidor de umidade digital, modelo G-600 da marca Gehaka. A massa dos grãos convertida em produtividade,  $\text{kg ha}^{-1}$ , foi obtida ajustando-se a umidade para 13%. O desconto de umidade em % =  $100 (U_i - U_f)/100 - 13$ , sendo que  $U_i$  representa a umidade inicial ou de colheita;  $U_f$ , a umidade final nos grãos a 13%, utilizando-se a fórmula relatada por Puzzi (1977).

### 3.2.3 Avaliação dos grãos ardidos

A porcentagem de grãos ardidos foi obtida pela separação manual dos grãos com sintomas visuais de danos, ardidos e mofados, dos grãos sadios, em uma amostra de 500 g de sementes para cada parcela (BRASIL, 1996). Os grãos ardidos foram pesados e o seu peso transformado em porcentagem, tendo-se como base de cálculo o número total de grãos da amostra. Foram considerados grãos ardidos todos aqueles que continham pelo menos um quarto de sua superfície com descolorações, cuja matiz variou de marrom-claro a roxo ou vermelho intenso.

## 3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados experimentais obtidos foram submetidos à análise de variância para as variáveis: severidade máxima da doença (SEMDO), área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD), grãos ardidos, e produtividade de grãos. Para severidade máxima da doença foram avaliadas três folhas por planta e quatro plantas por parcela; as notas de severidade foram transformadas através da função  $\sqrt{(y+1,0)}$  (Gomes 2000). Os dados

transformados foram submetidos ao teste de análise de variância e teste de médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. Utilizou-se o software estatístico SISVAR 5.1 (FERREIRA, 2007).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 EFEITO DO FOSFITO DE POTÁSSIO NO PROGRESSO DAS DOENÇAS FOLIARES

#### 4.1.1 Mancha de cercospora

Os produtos utilizados para o controle da mancha de cercospora no experimento I (de 08/10/2008 a 18/03/2009) para o híbrido CD 308, diferiram estatisticamente do tratamento testemunha e entre si. Os menores valores de severidade foram observados nos tratamentos T5 e T6 (Tabela 6) que apresentaram os maiores níveis de controle da doença (81,3%); os tratamentos T3 e T4 apresentaram níveis intermediários de controle e diferentes significativamente dos demais (43,8 e 50,0%). Os tratamentos T1 e T2 não diferiram significativamente da testemunha T7.

Tabela 6 – Severidade de mancha de cercospora no experimento I, conduzido no período de 08/10/2008 a 18/03/2009, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR

Tratamentos	milho											
	CD 304		CD 308		CD 321		CD 351		CD 384		DKB 390	
T 1 **	1,1	b*	1,3	c	1,0	b	1,8	b	0,6	b	0,5	b
T 2	1,3	b	1,1	c	1,1	b	1,7	b	0,4	b	0,5	b
T 3	1,3	b	0,9	b	0,9	b	1,5	b	0,6	b	0,7	b
T 4	1,5	b	0,8	b	0,7	b	1,7	b	0,5	b	0,7	b
T 5	0,2	a	0,3	a	0,2	a	0,2	a	0,1	a	0,1	a
T 6	0,3	a	0,3	a	0,1	a	0,3	a	0,1	a	0,2	a
T 7	1,4	b	1,6	c	1,2	b	1,6	b	0,5	b	0,8	b
CV (%)	10,79											

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento Scott-Knott. Dados originais apresentados para análise estatística foram transformados em  $\sqrt{(y+1,0)}$ . SISVAR 5.1.

\*\*T1 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6), T2 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V10), T3 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T4 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T5 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6 e Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10), T6 (Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10) e T7 (Testemunha).

Diferentemente, os híbridos CD 304, CD 321, CD 351, CD 384 e DKB 390 tiveram os menores níveis de severidade para os tratamentos T5 e T6 (85,7 e 78,6%; 83,3 e 91,7%; 87,5 e 81,3%; 80,0 e 80,0%; 87,5 e 75,0% respectivamente). Os tratamentos T1, T2, T3, T4 não diferiram significativamente do tratamento testemunha T7.

No experimento II, conduzido no período de 18/11/2008 a 16/04/2009, os tratamentos aplicados para o controle da mancha de cercospora no híbrido DKB 390 diferiram estatisticamente da testemunha e entre si para os tratamentos T5 e T6 (Tabela 7), que apresentaram os maiores níveis de controle da doença (66,7 e 94,4%); o tratamento T4 apresentou nível intermediário de controle e diferente significativamente dos demais (33,3%) e menor do que observado no tratamento testemunha. Os tratamentos T1, T2 e T3 não diferiram significativamente da testemunha T7.

Tabela 7 – Severidade de mancha de cercospora no experimento II, conduzido no período de 18/11/2008 a 16/04/2009, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR

Tratamentos	Milho						SOMMA
	AG 9040	AG 7010	P 30S31	DKB 390	AS 1575		
T 1**	0,5 b*	0,4 b	0,7 b	1,7 c	2,7 b	1,4 b	
T 2	0,3 b	0,4 b	0,7 b	1,7 c	2,9 b	1,5 b	
T 3	0,4 b	0,5 b	0,6 b	1,6 c	2,4 b	1,7 b	
T 4	0,3 b	0,3 b	0,6 b	1,2 b	2,6 b	1,4 b	
T 5	0,1 a	0,1 a	0,1 a	0,6 a	0,6 a	0,3 a	
T 6	0,1 a	0,1 a	0,1 a	0,1 a	0,3 a	0,1 a	
T 7	0,5 b	0,4 b	0,9 b	1,8 c	3,2 b	1,7 b	
CV (%)	9,90						

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento Scott-Knott. Dados originais apresentados para análise estatística foram transformados em  $\sqrt{(y+1,0)}$ . SISVAR 5.1.

\*\*T1 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6), T2 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V10), T3 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T4 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T5 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6 e Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10), T6 (Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10) e T7 (Testemunha).

Os tratamentos aplicados nos híbridos AG 9040, AG 7010, P30S31, AS 1575 e SOMMA tiveram os menores níveis de controle da doença nos tratamentos T5 e T6 (80,0 e 80,0% AG 9040; 75,0 e 75,0% AG 7010; 88,9 e 88,9% P30S31; 81,3 e 90,6% AS 1575; 82,4 e 94,1 SOMMA). Os tratamentos T1, T2, T3, T4 não diferiram significativamente do tratamento testemunha T7.

No experimento III, de 01/03/2010 a 16/08/2010, os tratamentos diferiram estatisticamente da testemunha e entre si (Tabela 8). Para o híbrido CD 304 os tratamentos T5 e T6 apresentaram os maiores níveis de controle da doença (85,7 e 82,9%). Para os tratamentos T1, T2, T3 e T4 foram constatados níveis intermediários de controle da doença, não diferindo entre si (17,1; 17,1; 20,0 e 22,9%, respectivamente).

Tabela 8 – Severidade de mancha de cercospora no experimento III conduzido no período de 01/03/2010 a 16/08/2010, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR

Tratamentos	milho			
	CD 304	CD 321	AG 9040	AG 7010
T 1 **	2,9 b*	3,6 c	3,0 d	2,0 b
T 2	2,9 B	3,4 c	2,8 d	1,9 b
T 3	2,8 B	2,7 b	2,7 d	1,8 b
T 4	2,7 B	3,0 b	1,8 c	1,8 b
T 5	0,5 A	0,4 a	0,6 a	0,2 a
T 6	0,6 A	0,6 a	0,8 b	0,1 a
T 7	3,5 C	4,1 d	3,1 d	2,2 b
CV (%)	9,98			

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento Scott-Knott. Dados originais apresentados para análise estatística foram transformados em  $\sqrt{(y+1,0)}$ . SISVAR 5.1.

\*\*T1 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estágio V6), T2 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estágio V10), T3 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T4 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T5 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> no estágio V6 e Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estágio V10), T6 (Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estágio V10) e T7 (Testemunha).

Para o híbrido CD 321 os resultados dos tratamentos T5 e T6 apresentaram os maiores níveis de controle da doença (90,2 e 85,4%, respectivamente). Nos tratamentos T3 e T4 foram constatados níveis intermediários de controle da doença (34,1 e 26,8%, respectivamente). Os tratamentos T1 e T2 apresentaram os menores níveis de controle da doença (12,2 e 17,1%, respectivamente) estatisticamente diferentes da testemunha T7 e inferiores aos demais tratamentos.

O resultado obtido do híbrido AG 9040 para os tratamentos T5 apresentou o maior nível de controle da doença (80,6%). No tratamento T6 foi constatado nível intermediário de controle da doença (74,2%). No tratamento T4 foi constatado o menor nível de controle da doença (41,9%) estatisticamente

diferente da testemunha T7 e inferior aos demais tratamentos. Os tratamentos T1, T2 e T3 não diferiram significativamente do tratamento testemunha T7.

Para o híbrido AG 7010 os tratamentos T5 e T6 apresentaram os seguintes níveis de controle da doença: 90,9 e 95,5%, respectivamente. Os tratamentos T1, T2, T3, T4 não diferiram estatisticamente do tratamento testemunha T7.

A avaliação da incidência e da intensidade da severidade das doenças nos experimentos também foi realizada através da estimativa da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD).

Para os híbridos CD 304 e AG 7010, os tratamentos T5 e T 6 (Figura 3 A e B) diferiram significativamente dos demais, porém não diferiram entre si, com AACPD 87,4 e 81,4% (CD 304), 91,1 e 94,0% (AG 7010) respectivamente (Tabela 8), menor do que o observado no tratamento testemunha. Os tratamentos T1, T2, T3 e T4 não diferiram significativamente do tratamento testemunha T7.

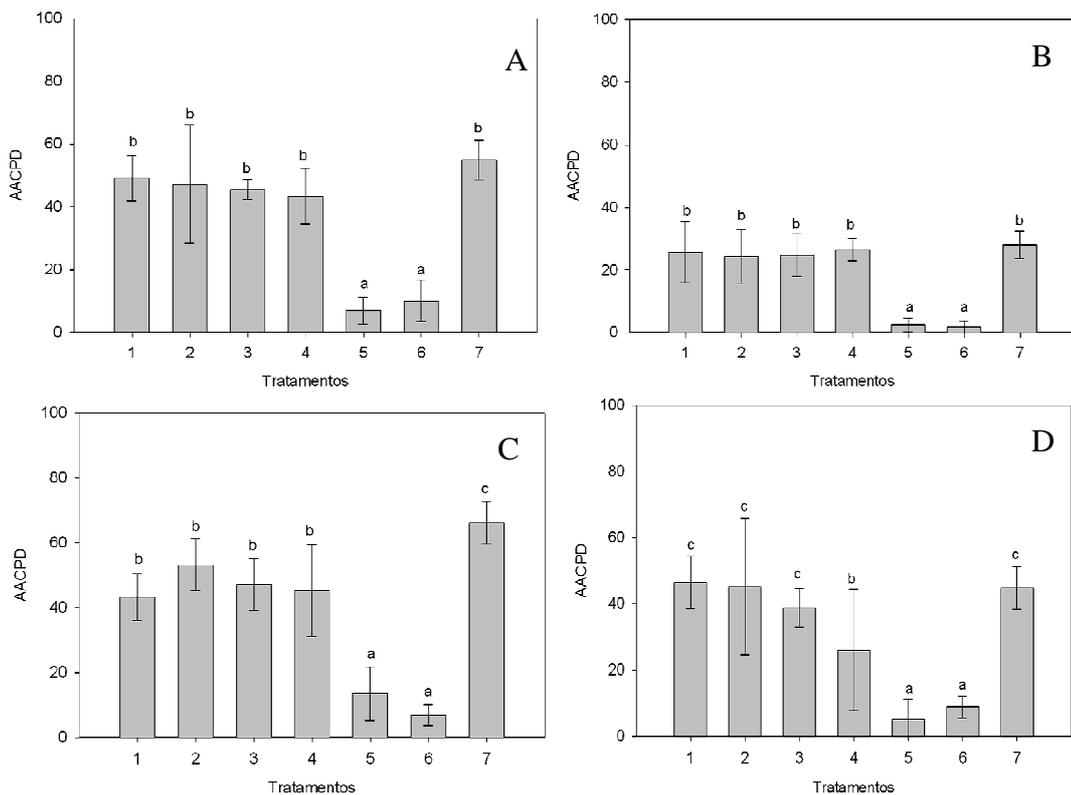


Figura 3 – Área abaixo da curva do progresso da doença mancha de cercospora (AACPD), experimento III, conduzido no período de 01/03/2010 a 16/08/2010, no Centro Tecnológico da Cocari, Mandaguari – PR. Híbridos: **A** - CD 304, **B** - AG 7010, **C** - CD 321, **D** - AG 9040. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento Scott-Knott. As barras representam o desvio padrão das médias.

Para o híbrido CD 321 os resultados da AACPD (Figura 3 C e Tabela 9) diferiram significativamente entre os tratamentos T5 e T6, com valores de 79,6 e 89,6% menores do que o observado no tratamento testemunha. Os tratamentos T1, T2 e T3 e T4 não diferiram significativamente entre si, apresentando valores 34,5, 19,6, 28,8, 31,7% menor do que o observado no tratamento testemunha T7.

Tabela 9 – Área abaixo da curva do progresso da mancha de cercospora (AACPD), no experimento III, conduzido no período de 01/03/2010 a 16/08/2010, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR

Tratamentos	AACPD			
	CD 304	CD 321	AG 9040	AG 7010
T 1**	49,2 b*	43,4 b	46,5 c	25,7 b
T 2	47,2 b	53,3 b	45,2 c	24,4 b
T 3	45,5 b	47,2 b	38,8 c	24,8 b
T 4	43,4 b	45,3 b	26,1 b	26,5 b
T 5	6,9 a	13,5 a	5,2 a	2,5 a
T 6	10,2 a	6,9 a	9,0 a	1,7 a
T 7	54,9 b	66,3 c	44,9 c	28,1 b
CV (%)	18,59	21,8	31,67	23,33

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento Scott-Knott. Dados originais apresentados para análise estatística foram transformados em  $\sqrt{(y+1,0)}$ . SISVAR 5.1.

\*\*T1 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6), T2 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V10), T3 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T4 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T5 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6 e Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10), T6 (Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10) e T7 (Testemunha).

Para o híbrido AG 9040 os resultados da AACPD diferiram significativamente entre os tratamentos T5 e T6 (Figura 3 D e Tabela 9) com valores 88,4 e 80,0% menores do que o observado no tratamento testemunha. O tratamento T4 apresentou valor intermediário, sendo 41,9% menor do que o observado no tratamento testemunha. Os tratamentos T1, T2 e T3 não diferiram significativamente do tratamento testemunha T7.

No experimento I, conduzido no período preferencial para condução da cultura de milho nesta região, quando a incidência das doenças foliares é menor, o híbrido CD 308 (Tabela 6) apresentou diferença significativa de controle da doença, com fosfito além do fungicida T5 e T6, para os tratamentos T3 e T4 (43,8 e 50,0%), enquanto os demais híbridos apresentaram diferença significativa apenas para os tratamentos com fungicida T5 e T6.

No experimento II, com plantio em final de outubro, período intermediário de ocorrência de doenças foliares, o híbrido DKB 390 (Tabela 7) apresentou diferença significativa para o controle da doença para o tratamento com fosfito T4 33,3%. Os demais híbridos apresentaram diferença significativa somente para os tratamentos com fungicida.

No experimento III, conduzido no período de safrinha, época de maior ocorrência de doenças foliares, para o híbrido CD 304, em todos os tratamentos houve redução da severidade da doença (Figura 3 C e Tabela 8), porém o tratamento quatro T4 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10) no híbrido AG 9040 foi o de melhor controle, reduzindo 41,9% a severidade e 41,9% da AACPD.

A aplicação de fosfito de potássio associado ao fungicida T5 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6 e Fungicida 0,6 L. há<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10), quando comparado com o T6 somente fungicida no estádio V10, agregou controle à mancha de cercospora de 2,8% (CD 304 experimento III) a 12,5% (DKB 390 experimento I) de controle da severidade da doença e AACPD 8,4% AG 9040 (Figura 3 e Tabela 8). No entanto, o efeito do fosfito no controle da cercosporiose foi menor do que apresentado pelo fungicida, que permitiu redução de até 95,5% da severidade da doença e 94% da AACPD no híbrido AG 7010 (Tabela 9).

A severidade da mancha de cercospora no milho foi influenciada pelas doses e época de aplicação de fosfito de potássio e pela interação genética dos híbridos de milho. De acordo com os dados apresentados neste trabalho, o efeito de redução da severidade da doença ocorreu de forma diferenciada para cada híbrido estudado.

Durante a condução dos experimentos, foi observada a ocorrência de outras doenças foliares como helmintosporiose, ferrugem e mancha branca. Essas doenças, contudo, não dificultaram a avaliação dos sintomas da mancha de cercospora devido à facilidade de discriminar os seus sintomas no momento da avaliação. A escala diagramática (AGROCERES, 1993) mostrou-se adequada para a avaliação dos híbridos e tratamentos, possibilitando a fácil distinção no nível de severidade da doença.

Mathioni (2006), estudando a agressividade de isolados de *C. zeaemaydis* em genótipo de milho, detectou forte interação entre linhagem e ambiente, indicando que o ambiente fornece forte influência na doença, de forma que híbridos com níveis intermediários de resistência à mesma se comportam como suscetíveis quando testados em outros locais e épocas diferentes.

Brito et al. (2007), estudando o efeito da mancha de cercospora no rendimento de híbridos comerciais de milho, verificaram que as estimativas das correlações entre a AACPD, a produtividade de grãos ( $\text{Kg ha}^{-1}$ ) e porcentagem de danos em cada época de semeadura mostraram valores significativos para todas as correlações e entre as variáveis estudadas com a AACPD, sendo que, para a produtividade de grãos, foi verificada correlação negativa, indicando que quanto maior a severidade da doença, menor a produtividade. A correlação positiva obtida entre a AACPD e a porcentagem de danos indicou que quanto maior a severidade da doença maior o dano causado pela mancha de cercospora.

O possível efeito do fosfito de potássio é sugerido por vários autores que citam a participação do íon fosfito com ação indireta (preventiva) contra patógenos. Segundo Smillie et al. (1989), plantas tratadas com fosfito teriam a capacidade de produzir compostos antimicrobianos de forma mais efetiva que as não tratadas. Os fosfitos podem atuar diretamente sobre a quantidade da doença, quando inibem o desenvolvimento do patógeno, e indiretamente, quando induzem na planta a produção de substâncias que atuarão contra o mesmo (WICKS et al., 1990). Não há informações publicadas em relação ao efeito de fosfitos no controle da cercosporiose do milho.

Na cultura da soja, em condições de campo, o uso de fosfito de potássio reduziu a severidade da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), sendo que a severidade média da testemunha variou de 0,65 a 15% do fungicida padrão (tebuconazole), 0,10 a 1,08%, e do tratamento com fosfito, 0,21 a 5,06% (NEVES, 2006).

#### 4.1.2 Mancha branca

No experimento I, os tratamentos T4, T5 e T6 (Tabela 10) aplicados para o controle da mancha branca nos híbridos CD 308, CD 321, CD 384 diferiram estatisticamente da testemunha, mas não diferiram entre si em relação à severidade e apresentaram níveis do controle da doença (17,1, 34,3, 40,0% CD 308; 14,8, 32,8, 31,1% CD 321; 27,8, 33,3, 38,9% CD 384). Já os tratamentos T1, T2 e T3 não diferiram significativamente da testemunha T7.

Tabela 10 – Severidade da mancha branca no experimento I, conduzido no período de 08/10/2008 a 18/03/2009, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR

Tratamentos	milho					
	CD 304	CD 308	CD 321	CD 351	CD 384	DKB 390
T 1 **	3,8 ns*	3,3 b	6,0 b	0,0 ns	1,7 b	0,1 ns
T 2	3,3 ns	4,0 b	5,8 b	0,0 ns	1,6 b	0,1 ns
T 3	3,9 ns	3,4 b	5,6 b	0,1 ns	1,7 b	0,1 ns
T 4	4,5 ns	2,9 a	5,2 a	0,0 ns	1,3 a	0,1 ns
T 5	3,8 ns	2,3 a	4,1 a	0,2 ns	1,2 a	0,3 ns
T 6	3,4 ns	2,1 a	4,2 a	0,2 ns	1,1 a	0,2 ns
T 7	4,3 ns	3,5 b	6,1 b	0,3 ns	1,8 b	0,3 ns
CV (%)	15,46					

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento Scott-Knott. Dados originais apresentados para análise estatística foram transformados em  $\sqrt{(y+1,0)}$ . SISVAR 5.1.

\*\*T1 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6), T2 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V10), T3 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T4 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T5 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6 e Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10), T6 (Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10) e T7 (Testemunha).

Os tratamentos aplicados nos híbridos CD 304, CD 351 e DKB 390 não diferiram estatisticamente entre si e nem da testemunha.

No experimento II, os tratamentos em relação à severidade da doença, aplicados para o controle da mancha branca no híbrido AG 9040 (Tabela 11) diferiram estatisticamente da testemunha e entre si. Nos tratamentos T5 e T6 apresentaram as menores severidades e controle da doença (58,6 e 65,5%). O tratamento T4 apresentou nível intermediário de severidade diferente dos demais, no controle da doença (31,0%). Os tratamentos T1, T2 e T3 não diferiram significativamente da testemunha T7.

Tabela 11 – Severidade da mancha branca no experimento II, conduzido no período de 18/11/2008 a 16/04/2009, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR

Tratamentos	milho					
	AG 9040	AG 7010	P 30S31	DKB 390	AS 1575	SOMMA
T 1 **	2,5 c*	0,0 ns	0,0 ns	0,0 ns	0,0 ns	0,0 ns
T 2	2,6 c	0,0 ns	0,1 ns	0,0 ns	0,0 ns	0,0 ns
T 3	2,9 c	0,0 ns	0,0 ns	0,1 ns	0,0 ns	0,0 ns
T 4	2,0 b	0,0 ns	0,1 ns	0,0 ns	0,0 ns	0,0 ns
T 5	1,2 a	0,1 ns	0,1 ns	0,1 ns	0,0 ns	0,0 ns
T 6	1,0 a	0,1 ns	0,0 ns	0,0 ns	0,1 ns	0,1 ns
T 7	2,9 c	0,2 ns	0,2 ns	0,0 ns	0,0 ns	0,0 ns
CV (%)	10,69					

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento Scott-Knott. Dados originais apresentados para análise estatística foram transformados em  $\sqrt{(y+1,0)}$ . SISVAR 5.1.

\*\*T1 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6), T2 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V10), T3 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T4 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T5 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6 e Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10), T6 (Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10) e T7 (Testemunha).

Os tratamentos aplicados nos híbridos AG 7010, P30S31, DKB 390, AS 1575 e SOMMA não diferiram estatisticamente entre si e nem da testemunha.

As condições climáticas (Apêndice - Figura 2A) com estiagem ocorrida após o plantio se estendendo no período vegetativo e também após o florescimento, no período reprodutivo da cultura, dificultaram o estabelecimento do patógeno no limbo foliar devido a menor quantidade de água livre na folha e menor umidade relativa do ar.

No experimento III, os tratamentos, em relação à severidade da doença, diferiram estatisticamente da testemunha e entre si (Tabela 12). O híbrido CD 304 nos tratamentos T5 e T6 apresentaram a menor severidade e os maiores níveis de controle da doença (70,6 e 64,7%, respectivamente). O tratamento T4 apresentou nível intermediário de severidade e de controle da doença (26,5%). Os tratamentos T1, T2 e T3 não diferiram entre si e apresentaram os maiores níveis de severidade e menores níveis de controle da doença (14,7, 14,7 e 17,6, respectivamente).

Tabela 12 – Severidade da mancha branca no experimento III conduzido no período de 1/03/2010 a 16/08/2010, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR

Tratamentos	milho			
	CD 304	CD 321	AG 9040	AG 7010
T 1 **	2,9 c*	2,6 c	3,4 d	1,0 d
T 2	2,9 c	2,0 b	2,7 c	0,9 c
T 3	2,8 c	1,8 b	3,6 d	0,9 c
T 4	2,5 b	2,0 b	2,2 b	0,6 b
T 5	1,0 a	0,8 a	2,0 a	0,1 a
T 6	1,2 a	0,7 a	1,5 a	0,1 a
T 7	3,4 d	3,0 c	3,4 d	1,2 d
CV (%)	10,34			

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento Scott-Knott. Dados originais apresentados para análise estatística foram transformados em  $\sqrt{(y+1,0)}$ . SISVAR 5.1.

\*\*T1 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6), T2 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V10), T3 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T4 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T5 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6 e Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10), T6 (Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10) e T7 (Testemunha).

No híbrido CD 321 os tratamentos T5 e T6 apresentaram a menor severidades da doença e os maiores níveis de controle da doença (73,3 e 76,7%). Nos tratamentos T2, T3 e T4 foram constatados níveis intermediários de severidade e de controle da doença (33,3, 40,0 e 33,3%, respectivamente). O tratamento T1 não diferenciou estatisticamente da testemunha T7.

O resultado do híbrido AG 9040 para os tratamentos T5 e T6 apresentou a menor severidade e o maior controle da doença (41,2 e 55,9%). O tratamento T4 apresentou níveis intermediários de severidade e de controle da doença (35,3%). No tratamento T2 foi constatado maior nível de severidade e menor controle da doença (20,6%). Os tratamentos T1 e T3 não diferiram significativamente do tratamento testemunha T7.

Para o híbrido AG 7010 os tratamentos T5 e T6 apresentaram as menores severidades e os maiores e iguais níveis de controle da doença (91,6%). O tratamento T4 apresentou nível intermediário de severidade de controle da doença (50,0%). Nos tratamentos T2 e T3 foram verificados as maiores severidades e os menores e iguais níveis de controle da doença (25,0%), diferentes estatisticamente da testemunha T7.

A determinação da área abaixo da curva de progresso da Mancha Branca (AACPD) para o híbrido CD 304 (Tabela 13), os tratamentos T5 e T6 (Figura 4 A) diferiram significativamente dos demais não diferindo entre si, com AACPD 75,1 e 68,6% menor do que o observado no tratamento testemunha T7. Os tratamentos T1, T2, T3 e T4 não diferiram significativamente do tratamento testemunha T7.

Tabela 13 – Área abaixo da curva do progresso da mancha branca (AACPD), no experimento III, conduzido no período de 01/03/2010 a 16/08/2010, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR

Tratamentos	AACPD			
	CD 304	CD 321	AG 9040	AG 7010
T 1**	56,5 b*	34,9 b	64,9 b	14,1 b
T 2	40,0 b	29,8 b	51,1 b	14,2 b
T 3	48,4 b	28,1 b	62,3 b	7,0 a
T 4	44,8 b	30,7 b	38,4 a	9,9 a
T 5	13,6 a	13,6 a	32,1 a	5,6 a
T 6	17,2 a	14,3 a	28,7 a	2,8 a
T 7	54,7 b	46,0 c	68,2 b	19,1 b
CV (%)	22,2	22,84	22,64	38,33

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento Scott-Knott. Dados originais apresentados para análise estatística foram transformados em  $\sqrt{(y+1,0)}$ . SISVAR 5.1.

\*\*T1 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6), T2 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V10), T3 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T4 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T5 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6 e Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10), T6 (Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10) e T7 (Testemunha).

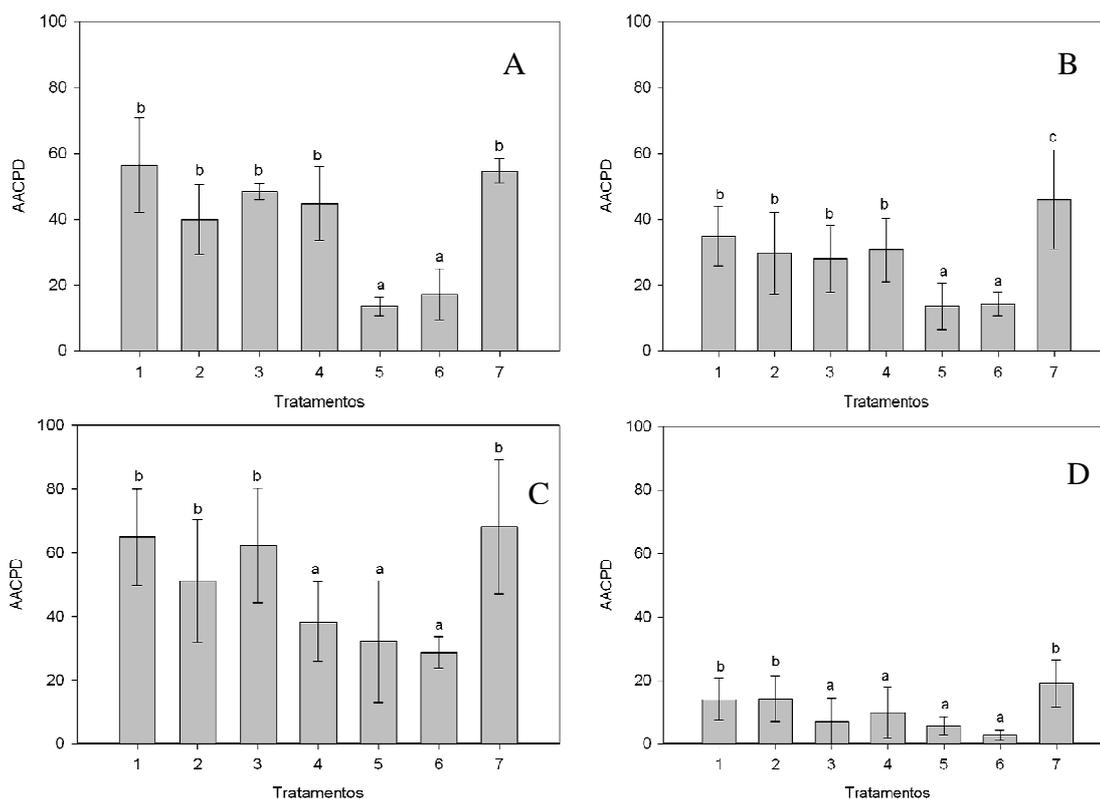


Figura 4 – Área abaixo da curva do progresso da mancha branca (AACPD), experimento III, conduzido no período de 01/03/2010 a 16/08/2010, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR. Híbridos: **A** - CD 304, **B** - CD 321, **C** - AG 9040, **D** - AG 7010. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento Scott-Knott. As barras representam o desvio padrão das médias.

Para o híbrido CD 321 (Tabela 13) os tratamentos T5 e T6 (Figura 4 B) diferiram significativamente dos demais com valores 70,4 e 68,9% menor do que o observado no tratamento testemunha T7. Os tratamentos T1, T2, T3 e T4 não diferiram significativamente entre si, apresentando valores intermediários (24,1, 35,2, 38,9 e 33,2%, respectivamente) e estatisticamente diferentes do tratamento testemunha T7.

Para o híbrido AG 9040 os tratamentos T4, T5 e T6 (Figura 4 C) diferiram significativamente dos demais não diferindo entre si, com AACPD (43,7, 52,9 e 57,9%) menor do que o observado no tratamento testemunha. Os tratamentos T1, T2, e T3 não diferiram significativamente do tratamento testemunha T7.

Para o híbrido AG 7010 os tratamentos T3, T4, T5 e T6 (Figura 4 D) diferiram significativamente dos demais não diferindo entre si, com AACPD (63,4, 48,2, 70,7 e 85,3%) menor do que o observado no tratamento testemunha. Os tratamentos T1 e T2 não diferiram significativamente do tratamento testemunha T7.

Os coeficientes de variação para índice de severidade, observado após transformação dos dados, nos experimentos I, II e III, são considerados médios. Para AACPD da mancha branca os valores do coeficiente de variação são avaliados como alto e muito alto. Esses valores dos coeficientes de variação na AACPD se devem, possivelmente, à ocorrência irregular da doença nas folhas das plantas avaliadas. Não existe controle da ocorrência da doença nas parcelas dos experimentos, desta forma, o patógeno ocorre aleatoriamente e de forma irregular, principalmente quando o híbrido é resistente ou medianamente resistente com uma menor quantidade de doença avaliada na folha das plantas. Esse fato produziu um reflexo negativo na análise estatística dos dados.

Os dados demonstraram que no experimento I, conduzido no período preferencial de plantio para a cultura do milho, os híbridos CD 308, CD 321 e CD 384 (Tabela 10) apresentaram diferença significativa de controle da doença, para os tratamentos T4, T5 e T6. O tratamento T4 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10) demonstrou desempenho, no controle da doença, estatisticamente igual ao fungicida, reduzindo em 17,1, 14,8 e 27,8%, respectivamente, a severidade da doença.

No experimento II, com plantio em final de outubro, período intermediário de ocorrência de doenças foliares na cultura do milho e híbridos comerciais com bom desempenho de produtividade na região, o híbrido AG 9040 (Tabela 11) apresentou diferença significativa para os tratamentos. O tratamento T4 apresentou severidade da doença 31,0% menor que a testemunha T7. O tratamento T5 apresentou diferença de apenas 6,9% do tratamento T6 com fungicida, não havendo diferença estatística significativa entre ambos. Os demais híbridos não apresentaram diferença estatística significativa entre os tratamentos.

No experimento III, conduzido no período de safrinha, época de maior ocorrência de doenças foliares, os híbridos (Tabela 12) apresentaram diferença significativa no índice de severidade e do controle das doenças nos tratamentos. Dentre os tratamentos com fosfito de potássio, o melhor desempenho ocorreu no tratamento T4, híbrido AG 7010, com 50,09% de redução de índice de severidade da doença e 48,2% de AACPD, menor que a testemunha T7. Os tratamentos T1, T2 e T3 com valores de índice de severidade da doença estatisticamente maiores, variando de 14,7 a 25,0% de controle da doença e AACPD variando de 24,1 a 33,2%, menor que o tratamento testemunha T7. O tratamento T4 para o híbrido AG 9040 demonstrou controle estatisticamente igual ao tratamento fungicida T6 (14,4 e 19,6% de severidade da doença e 43,7 e 57,9% de AACPD, menores que o tratamento testemunha T7).

No entanto, os tratamentos com fungicida, T5 e T6, para todos os híbridos, apresentaram os menores níveis de severidade e os melhores níveis de controle da mancha branca (41,2 a 91,6%) e AACPD 68,6 a 85,3% menores que a testemunha T7.

Pelo resultado exposto, pode-se inferir que, para o controle da Mancha branca, o fosfito de potássio apresenta controle da doença. A aplicação de fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios fenológicos V6 e V10 (última entrada do trator e pré-pendoamento) obteve o melhor controle comparado com os demais tratamentos aplicados.

Jardine et al. (2009), estudando a eficiência de fungicidas no controle de doenças foliares na cultura do milho, verificaram que para a *Phaeosphaeria*, o fungicida estudado, tebuconazole + mancozeb, apresentou menor

porcentagem de tendência de infestação, sem diferir estatisticamente ao nível de 5% dos demais fungicidas estudados, com exceção dos fungicidas tebuconazole + carbendazin, e carbendazin isolado, e a testemunha sem aplicação, e concluíram que é viável a utilização de fungicidas foliares na cultura do milho.

Sakamoto et al. (2009) avaliaram o efeito sinérgico de fosfito de manganês, manganês e cobre na eficácia do fungicida e na produtividade da cultura de milho (*Zea mays* L.) e concluíram que o uso de Fosfito de Manganês em mistura com fungicida, em duas aplicações (V8 e Vt – pré-pendoamento), produziu os maiores valores de AF (área foliar), e redução da severidade de doenças, ferrugem comum (*Puccinia sorghi*) e mancha de diplodia (*Stenocarpella macrospora*), além de proporcionar ganhos de produtividade.

#### 4.1.3 Helmintosporiose comum

Os tratamentos utilizados para o controle da helmintosporiose comum no experimento I, para o híbrido CD 321 (Tabela 14), diferiram estatisticamente do tratamento testemunha e entre si.

Tabela 14 – Severidade da mancha de helmintosporiose comum no experimento I, conduzido no período de 08/10/2008 a 18/03/2009, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR

Tratamentos	milho					
	CD 304	CD 308	CD 321	CD 351	CD 384	DKB 390
T 1 **	1,0 ns*	0,2 ns	7,9 d	0,4 ns	0,3 ns	0,7 b
T 2	0,5 ns	0,3 ns	4,7 c	0,5 ns	0,5 ns	0,7 b
T 3	0,6 ns	0,2 ns	3,9 c	0,4 ns	0,3 ns	0,6 b
T 4	1,5 ns	0,1 ns	2,8 b	0,6 ns	0,3 ns	0,5 b
T 5	0,5 ns	0,1 ns	2,0 a	0,2 ns	0,1 ns	0,2 a
T 6	0,4 ns	0,1 ns	2,3 a	0,3 ns	0,2 ns	0,1 a
T 7	0,6 ns	0,2 ns	5,8 c	0,5 ns	0,3 ns	0,6 b
CV (%)	16,82					

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento Scott-Knott. Dados originais apresentados para análise estatística foram transformados em  $\sqrt{(y+1,0)}$ . SISVAR 5.1.

\*\*T1 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6), T2 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V10), T3 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T4 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T5 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6 e Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10), T6 (Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10) e T7 (Testemunha).

Os tratamentos T5 e T6 apresentaram os menores valores de severidade da doença e os maiores níveis de controle (65,5 e 60,3%); o

tratamento T4 apresentou níveis intermediários de severidade e de controle da doença (51,7%), diferindo significativamente dos demais. Os tratamentos T2 e T3 apresentaram os níveis de severidade estatisticamente menores que a testemunha T7, porém os menores níveis de controle (19,0 e 32,8%). O tratamento T1 apresentou índice de severidade estatisticamente superior à testemunha. Tal fato, pode ter ocorrido devido a ausência de controle da incidência das doenças foliares, próprio do experimento de campo.

Os tratamentos aplicados no híbrido DKB 390 tiveram os menores valores de severidade da doença nos tratamentos T5 e T6 e os níveis de controle (66,6 e 83,3%). Os tratamentos T1, T2, T3, T4 não diferiram significativamente do tratamento testemunha T7.

Os tratamentos aplicados nos híbridos CD 304, CD 308, CD 351 e CD 384 não diferiram estatisticamente entre si e nem do tratamento testemunha.

No experimento II, os tratamentos aplicados nos híbridos AG 9040, AG 7010, P30S31, DKB 390, AS 1575 e SOMMA não diferiram estatisticamente entre si e nem da testemunha.

No experimento III, os tratamentos diferiram estatisticamente da testemunha e entre si. No híbrido CD 321 (Tabela 15) os tratamentos T5 e T6 apresentaram os menores índices de severidade da doença e os maiores níveis de controle (92,7 e 97,6%).

Tabela 15 – Severidade da mancha de helmintosporiose comum no experimento III, conduzido no período de 01/03/2010 a 16/08/2010, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR

Tratamentos	Milho			
	CD 304	CD 321	AG 9040	AG 7010
T 1 **	0,5 ns*	2,0 c	1,3 ns	0,2 ns
T 2	0,2 ns	0,7 b	0,6 ns	0,0 ns
T 3	0,0 ns	1,8 c	0,3 ns	0,3 ns
T 4	0,3 ns	0,7 b	0,2 ns	0,0 ns
T 5	0,1 ns	0,3 a	0,0 ns	0,1 ns
T 6	0,0 ns	0,1 a	0,0 ns	0,1 ns
T 7	0,0 ns	4,1 d	0,5 ns	0,1 ns
CV (%)	17,98			

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento Scott-Knott. Dados originais apresentados para análise estatística foram transformados em  $\sqrt{(y+1,0)}$ . SISVAR 5.1.

\*\*T1 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6), T2 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V10), T3 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T4 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T5 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6 e Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10), T6 (Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10) e T7 (Testemunha).

Para os tratamentos T2 e T4 foram constatados níveis de severidade da doença e controle intermediários e iguais (82,9%). Os tratamentos T1 e T3 diferiram entre si e apresentaram os maiores índices de severidade e menor controle da doença (51,2 e 56,1%) diferentes estatisticamente da testemunha T7.

Os tratamentos aplicados nos híbridos CD 304, AG 9040 e AG 7010 não diferiram estatisticamente entre si e nem da testemunha.

A área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para o híbrido CD 321, os tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e T 6 (Figura 5 A e Tabela 16) diferiram significativamente da testemunha T7, e não diferiram entre si com AACPD (47,1, 79,1, 51,9, 75,2, 83,7 e 95,9%, respectivamente) menor do que o observado no tratamento testemunha T7.

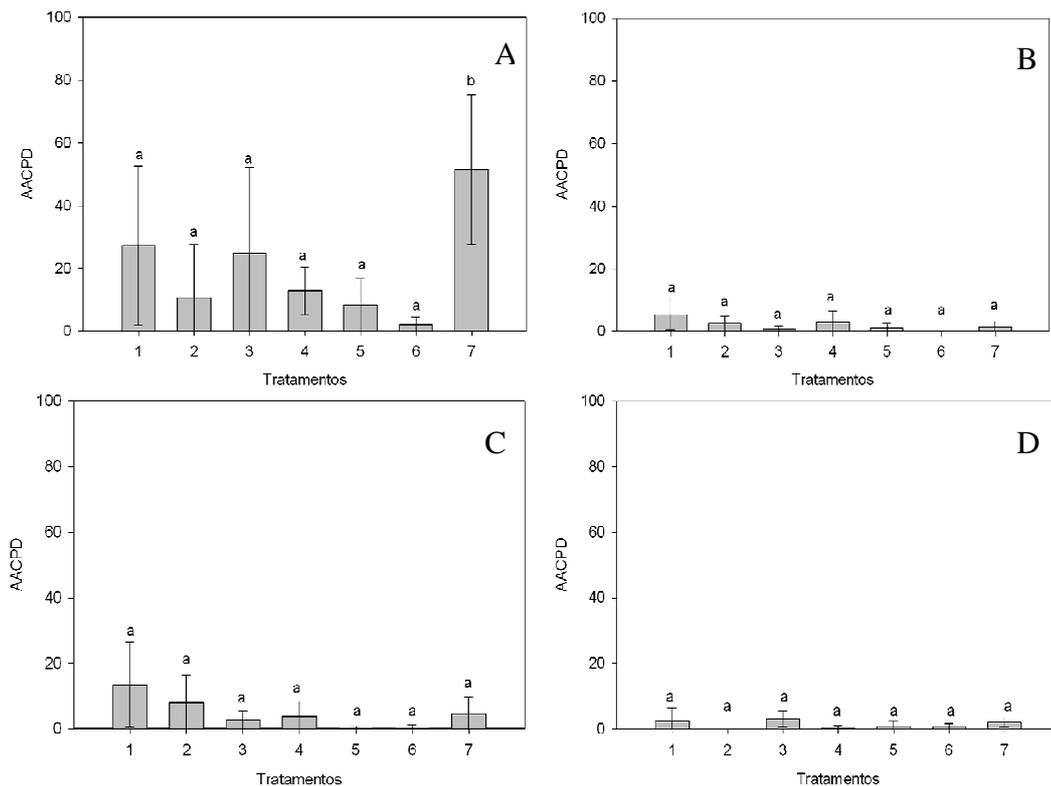


Figura 5 – Área abaixo da curva do progresso da helmintosporiose comum(AACPD), no experimento III, conduzido no período de 01/03/2010 a 16/08/2010, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR. Híbridos: **A** - CD 321, **B** - CD 304, **C** - AG 9040, **D** - AG 7010. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento Scott-Knott. As barras representam o desvio padrão das médias.

Tabela 16 – Área abaixo da curva do progresso da helmintosporiose comum (AACPD) no experimento III, conduzido no período de 01/03/2010 a 16/08/2010, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR

Tratamentos	AACPD			
	CD 304	CD 321	AG 9040	AG 7010
T 1**	5,5 ns*	27,3 a	2,4 ns	2,4 ns
T 2	2,5 ns	10,8 a	0,0 ns	0,0 ns
T 3	0,6 ns	24,8 a	3,1 ns	3,1 ns
T 4	2,9 ns	12,8 a	0,4 ns	0,4 ns
T 5	1,1 ns	8,4 a	0,8 ns	0,8 ns
T 6	0,0 ns	2,1 a	0,8 ns	0,8 ns
T 7	1,3 ns	51,6 b	2,0 ns	2,0 ns
CV (%)	118,8	76,65	119,62	123,15

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento Scott-Knott. Dados originais apresentados para análise estatística foram transformados em  $\sqrt{(y+1,0)}$ . SISVAR 5.1.

\*\*T1 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6), T2 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V10), T3 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T4 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T5 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6 e Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10), T6 (Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10) e T7 (Testemunha).

Para os híbridos CD 304, AG 9040 e AG 7010 os resultados da AACPD (Figura 5 B, C, D e Tabela 16) não diferiram estatisticamente entre si e nem da testemunha.

Os coeficientes de variação dos experimentos I, II e III observados, após transformação dos dados, para o valor de severidade da doença, são considerados baixos. Para helmintosporiose comum a AACPD os valores dos coeficientes de variação dos experimentos são avaliados como muito altos. Esses valores dos coeficientes de variação se devem, possivelmente, à ocorrência irregular da doença nas folhas das plantas avaliadas. No experimento de campo não existe controle da ocorrência da doença nas parcelas dos experimentos, dessa forma, o patógeno ocorre aleatoriamente e de forma irregular, principalmente quando o híbrido é resistente ou medianamente resistente com uma menor quantidade de doença avaliada na folha das plantas. Esse fato refletiu negativamente na análise estatística dos dados.

No experimento I, quando ocorre o período preferencial de plantio para a cultura do milho, o híbrido CD 321 (Tabela 13) apresentou diferença significativa do controle da doença para os tratamentos T4, T5 e T6. O tratamento T4 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10) demonstrou

desempenho, no controle da doença, estatisticamente inferior ao fungicida, reduzindo em 51,7% a severidade da doença. Para o híbrido DKB 390 somente os tratamentos com fungicida T5 e T6 apresentaram diferença estatística.

No experimento II, com plantio em final de outubro, período intermediário de ocorrência de doenças foliares na cultura do milho e híbridos comerciais (Tabela 14) com boa resistência à doenças e bom desempenho de produtividade nesta região, os tratamentos nesses materiais testados não diferiram estatisticamente entre si e nem da testemunha.

No experimento III, conduzido no período de safrinha, época de maior ocorrência de doenças foliares, o híbrido CD 321 (Tabela 15) apresentou diferença significativa no índice de severidade e do controle das doenças nos tratamentos. Os tratamentos T2 e T4 com fosfito de potássio apresentaram a menor severidade e maior controle da doença (82,9%), porém inferior ao fungicida.

As temperaturas médias registradas durante os meses de implantação e avaliação apresentaram variações entre 10 a 35°C nos três experimentos, revelando que as condições do meio ambiente foram favoráveis à ocorrência da helmintosporiose.

Diversos autores já relataram a importância da temperatura para a ocorrência da infecção causada por *Exserohilum turcicum*. Leath et al. (1990) mencionaram que a infecção não ocorre em temperaturas muito altas (26 a 30°C), prevalecendo as infecções em climas de temperatura moderada. Levy e Cohen (1983), estudando o efeito da temperatura na infecção por *E. turcicum*, verificaram que a infecção ocorria entre 15 e 30°C, ressaltando, porém, que o efeito da temperatura nesse caso depende também da concentração do inóculo.

Os tratamentos com doses e épocas de aplicação diferenciadas de fosfito de potássio e a interação genética dos diferentes híbridos de milho influenciaram a severidade da helmintosporiose. Outras doenças foliares tais como mancha branca, ferrugens, mancha de cercospora também ocorreram durante a condução dos experimentos. Essas doenças, contudo, não dificultaram a avaliação dos sintomas da helmintosporiose devido à facilidade de distinguir os seus sintomas no momento da avaliação. A escala diagramática

utilizada (Canteri et al., 1999) mostrou-se adequada para a avaliação dos híbridos e tratamentos, possibilitando a fácil distinção no nível de severidade da doença.

Dentre os híbridos estudados, apenas o CD 321 e o DKB 390 demonstraram níveis de severidade da doença suficientes para que ocorressem diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos. Os demais híbridos foram avaliados como resistentes para a helmintosporiose comum, o que difere das características dos híbridos (Tabela 4) fornecidas pelas empresas detentoras dos materiais utilizados nos ensaios. Dessa forma, o híbrido CD 321 foi escolhido para ser introduzido no experimento de safrinha, período de maior ocorrência das doenças. Essa decisão concorda com Fernandes e Oliveira (2000), que estudando as principais doenças da cultura do milho no Brasil, descreveram que a doença tem sido maior em plantios de safrinha cujas perdas podem atingir 50% ou mais em ataques antes do período de floração.

Pataky et al. (2006), realizando estudos referentes à severidade da helmintosporiose com base na área foliar de 379 híbridos de milho-doce, observaram severidade de 8,0% a 86,0% nas avaliações realizadas no ano de 2005 e de 6,0 a 48,0% em 2006, apresentando médias de 38,0 e 25,0%, respectivamente. Esses autores verificaram que os efeitos na produção eram mínimos, quando as plantas apresentavam severidade inferior a 20,0%.

Os valores de severidade da doença apresentados nos experimentos pelo o híbrido CD 321 ficaram menores que os níveis apresentados por Pataky et al. (2006), com possibilidades mínimas de efeito na produção. No experimento III os tratamentos T4 e T2, diminuíram em 42,3 % a severidade da doença, porém os valores de AACPD dos tratamentos com fosfito não diferiram daqueles tratados com fungicida. Deve-se levar em consideração os valores muito altos do coeficiente de variação da AACPD, demonstrando a irregularidade da ocorrência do patógeno no experimento de campo, cujo trabalho não tem controle do surgimento da doença.

Não foram encontradas informações publicadas em relação ao efeito de fosfitos no controle da helmintosporiose do milho. Entretanto, na cultura do algodoeiro, Rickard (2000) avaliou fosfito na formulação 00:28:26, na dosagem

de 2,3 L.ha<sup>-1</sup>, com aplicação de três vezes durante o desenvolvimento da cultura e observou aumento da produtividade de fibra de algodão, sendo seus efeitos similares à aplicação de 90 kg.ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio.

#### 4.1.4 Ferrugens

Os produtos utilizados para o controle das ferrugens no experimento I, para os híbrido CD 321, CD 351 e DKB 390 (Tabela 17), apresentaram nos tratamentos T5 e T6 diferenças estatisticamente significativas para os valores de severidade e controle da doença (29,4 e 23,5% CD 321; 25,0 e 15,0% CD 351; 26,1 e 30,4% DKB 390, respectivamente), sem demonstrarem diferenças significativas entre si. Os tratamentos T1, T2, T3 e T4, para os mesmos híbridos citados, não diferiram significativamente da testemunha T7 e nem entre si.

Tabela 17 – Severidade das ferrugens no experimento I, conduzido no período de 08/10/2008 a 18/03/2009, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR

Tratamentos	milho					
	CD 304	CD 308	CD 321	CD 351	CD 384	DKB 390
T 1 **	1,9 a*	1,4 ns	1,4 b	2,1 b	1,5 ns	2,1 b
T 2	1,7 a	1,6 ns	1,5 b	2,0 b	1,7 ns	2,1 b
T 3	1,6 a	1,8 ns	1,5 b	2,0 b	1,4 ns	2,0 b
T 4	2,3 a	1,5 ns	1,4 b	2,0 b	1,4 ns	2,0 b
T 5	1,4 a	1,1 ns	1,2 a	1,5 a	1,4 ns	1,7 a
T 6	1,6 a	1,4 ns	1,3 a	1,7 a	1,2 ns	1,6 a
T 7	2,8 b	1,4 ns	1,7 b	2,0 b	1,6 ns	2,3 b
CV (%)	7,46					

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento Scott-Knott. Dados originais apresentados para análise estatística foram transformados em  $\sqrt{(y+1,0)}$ . SISVAR 5.1.

\*\*T1 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6), T2 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V10), T3 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T4 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T5 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6 e Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10), T6 (Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10) e T7 (Testemunha).

Para o híbrido CD 304 os tratamentos T1, T2, T3 e T4 (tratamentos com fosfito de potássio), e T5 e T6 (tratamento com fungicida), em relação à severidade da doença, diferiram estatisticamente do tratamento testemunha T7,

sem, no entanto, apresentarem diferença estatística entre si e controle da doença (32,1, 39,3, 42,9, 17,9, 50,0, 42,9%, respectivamente), comparado com a testemunha.

Os tratamentos aplicados nos híbridos CD 308 e CD 384, quando avaliada a severidade da doença, não diferiram estatisticamente do tratamento testemunha T7.

A avaliação da incidência e da severidade da doença foi definida através da estimativa da área abaixo da curva de progresso da doença. No experimento I, para o híbrido CD 384 (Tabela 18 e Figura 6 A) os valores da AACPD nos tratamentos T4, T5 e T6 diferiram significativamente dos demais não diferindo entre si, com valores 7,3, 12,2 e 16,8%, respectivamente, menor do que o observado no tratamento testemunha. Os tratamentos T1, T2, e T3 apresentaram valores que não diferiram significativamente do tratamento testemunha T7.

Tabela 18 – Área abaixo da curva do progresso das ferrugens (AACPD), no experimento I, conduzido no período de 08/10/2008 a 18/03/2009, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR.

Tratamentos	AACPD						
	CD 304	CD 308	CD 321	CD 351	CD 384	DKB 390	
T 1*	62,3 a	55,7 ns	51,1 ns	70,2 ns	65,2 b	66,4 ns	
T 2	61,3 a	55,7 ns	48,5 ns	69,4 ns	63,8 b	62,0 ns	
T 3	56,4 a	57,1 ns	47,9 ns	68,4 ns	67,1 b	66,9 ns	
T 4	62,4 a	52,8 ns	48,8 ns	65,2 ns	60,7 a	77,1 ns	
T 5	53,4 a	47,5 ns	47,3 ns	55,8 ns	57,5 a	65,8 ns	
T 6	51,4 a	52,5 ns	41,1 ns	62,4 ns	54,5 a	61,3 ns	
T 7	79,1 b	53,3 ns	57,4 ns	69,0 ns	65,5 b	75,8 ns	
CV (%)	15,82	12,78	13,9	12,46	7,97	14,71	

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento Scott-Knott. Dados originais apresentados para análise estatística foram transformados em  $\sqrt{(y+1,0)}$ . SISVAR 5.1.

\*\*T1 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6), T2 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V10), T3 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T4 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T5 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6 e Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10), T6 (Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10) e T7 (Testemunha).

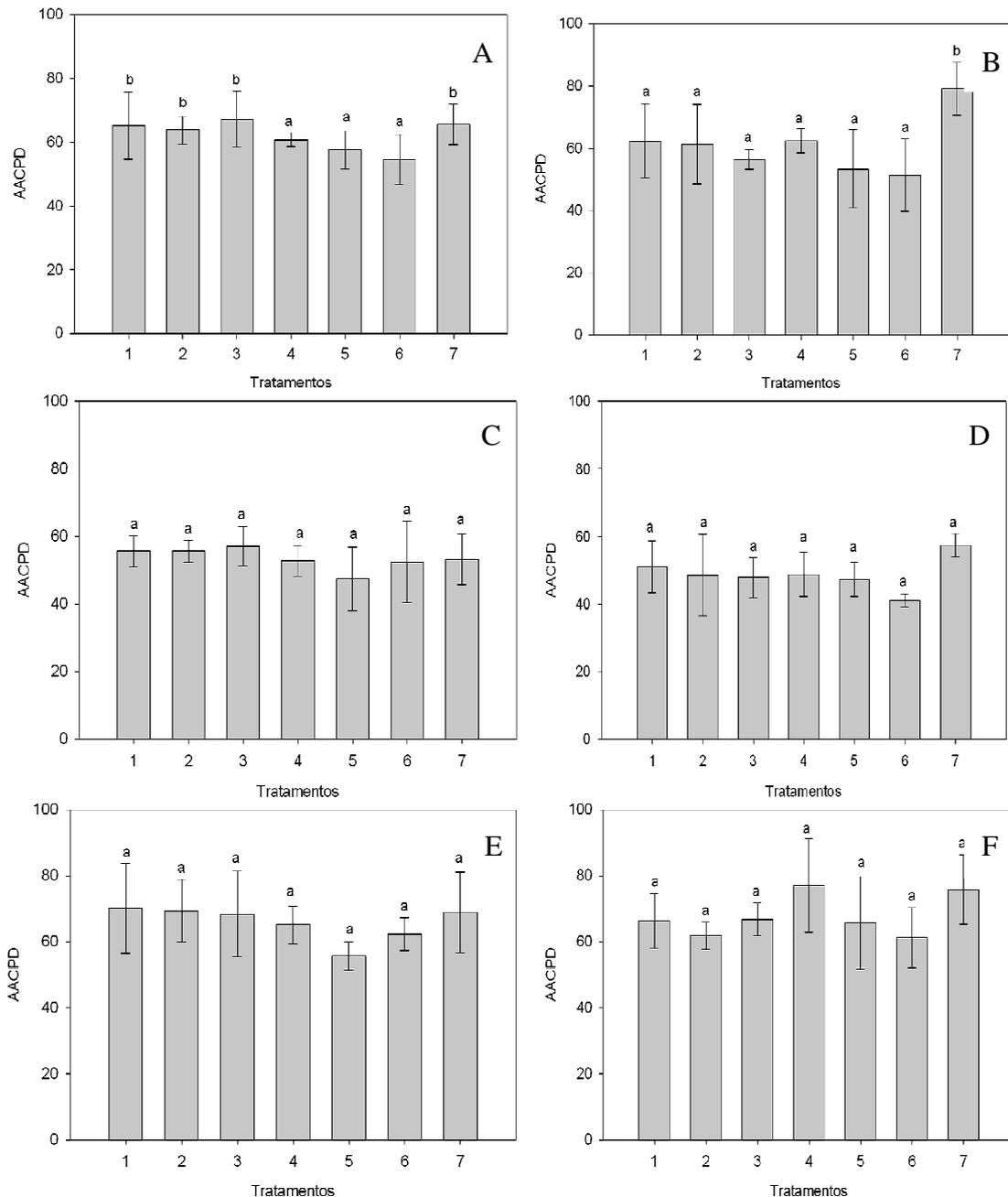


Figura 6 – Área abaixo da curva do progresso das ferrugens – AACPD, no experimento I, conduzido no período de 08/10/2008 a 18/03/2009, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR. Híbridos: **A** - CD 384, **B** - CD 304, **C** – CD 308, **D** – CD 321, **E** – CD 351, **F** – DKB 390 Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento Scott-Knott. As barras representam o desvio padrão das médias.

Para o híbrido CD 304 os valores da AACPD no experimento (Figura 6 B e Tabela 17) nos tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e T6 diferiram estatisticamente da testemunha T7, não diferindo entre si, com valores de 21,2, 22,5, 28,7, 21,1, 32,5, 35,0% menor do que o observado na testemunha T7.

Para os híbridos CD 308, CD 321, CD 351 e DKB 390 (Figura 6 C, D, E, F e Tabela 17). Os valores da AACPD obtidos nos tratamentos avaliados não tiveram diferenças estatisticamente significativas em relação ao tratamento testemunha T7 e nem entre si. Os dados obtidos para esses híbridos foram considerados não significativos.

No experimento II, de 18/11/2008 a 16/04/2009, os índices de severidade da doença para os tratamentos T1, T2, T3 e T4, T5 e T6, nos híbridos AG 9040, P30S31 e SOMMA (Tabela 19), diferiram estatisticamente da testemunha T7, sem apresentar diferença estatística entre si, com controle da doença (16,7, 16,7, 19,4, 13,9, 25,0, 19,4% AG 9040; 34,6, 30,8, 38,5, 26,9, 30,8, 26,9% P30S31; 22,7, 22,7, 13,6, 36,4, 22,7, 18,2% SOMMA, respectivamente). Mostra um controle que variou de 13,6% T3 no híbrido SOMMA até 38,5% T4 no híbrido P30S31 (tratamentos com Fosfito de Potássio) e 18,2% no híbrido SOMMA até 30,8% no híbrido P30S31 (tratamentos com fungicida).

Tabela 19 – Severidade das ferrugens no experimento II, conduzido no período de 18/11/2008 a 16/04/2009, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR

Tratamentos	milho					
	AG 9040	AG 7010	P 30S31	DKB 390	AS 1575	SOMMA
T 1 **	3,0 a*	0,2 ns	1,7 a	2,9 ns	1,6 ns	1,7 a
T 2	3,0 a	0,2 ns	1,8 a	3,1 ns	1,6 ns	1,7 a
T 3	2,9 a	0,1 ns	1,6 a	2,7 ns	1,6 ns	1,9 a
T 4	3,1 a	0,3 ns	1,9 a	2,9 ns	1,5 ns	1,4 a
T 5	2,7 a	0,1 ns	1,8 a	3,0 ns	1,3 ns	1,7 a
T 6	2,9 a	0,2 ns	1,9 a	3,0 ns	1,6 ns	1,8 a
T 7	3,6 b	0,3 ns	2,6 b	3,4 ns	2,0 ns	2,2 b
CV (%)	9,21					

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento Scott-Knott. Dados originais apresentados para análise estatística foram transformados em  $\sqrt{(y+1,0)}$ . SISVAR 5.1.

\*\*T1 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6), T2 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V10), T3 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T4 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T5 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6 e Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10), T6 (Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10) e T7 (Testemunha).

Os valores da severidade da doença para os tratamentos aplicados nos híbridos AG 7010, DKB 390 e AS 1575 não diferiram estatisticamente entre si e nem do tratamento testemunha T7.

Ainda no experimento II, para o híbrido DKB 390 os valores da AACPD (Figura 7 A), nos tratamentos T3, T4, T5 e T6 (Tabela 20), diferiram

significativamente dos demais, igualando-se estatisticamente entre si, com valores (13,1, 9,7, 8,3 e 9,7%, respectivamente) menores do que o observado no tratamento testemunha T7. Os tratamentos T1 e T2 não mostraram diferença significativa do tratamento testemunha T7.

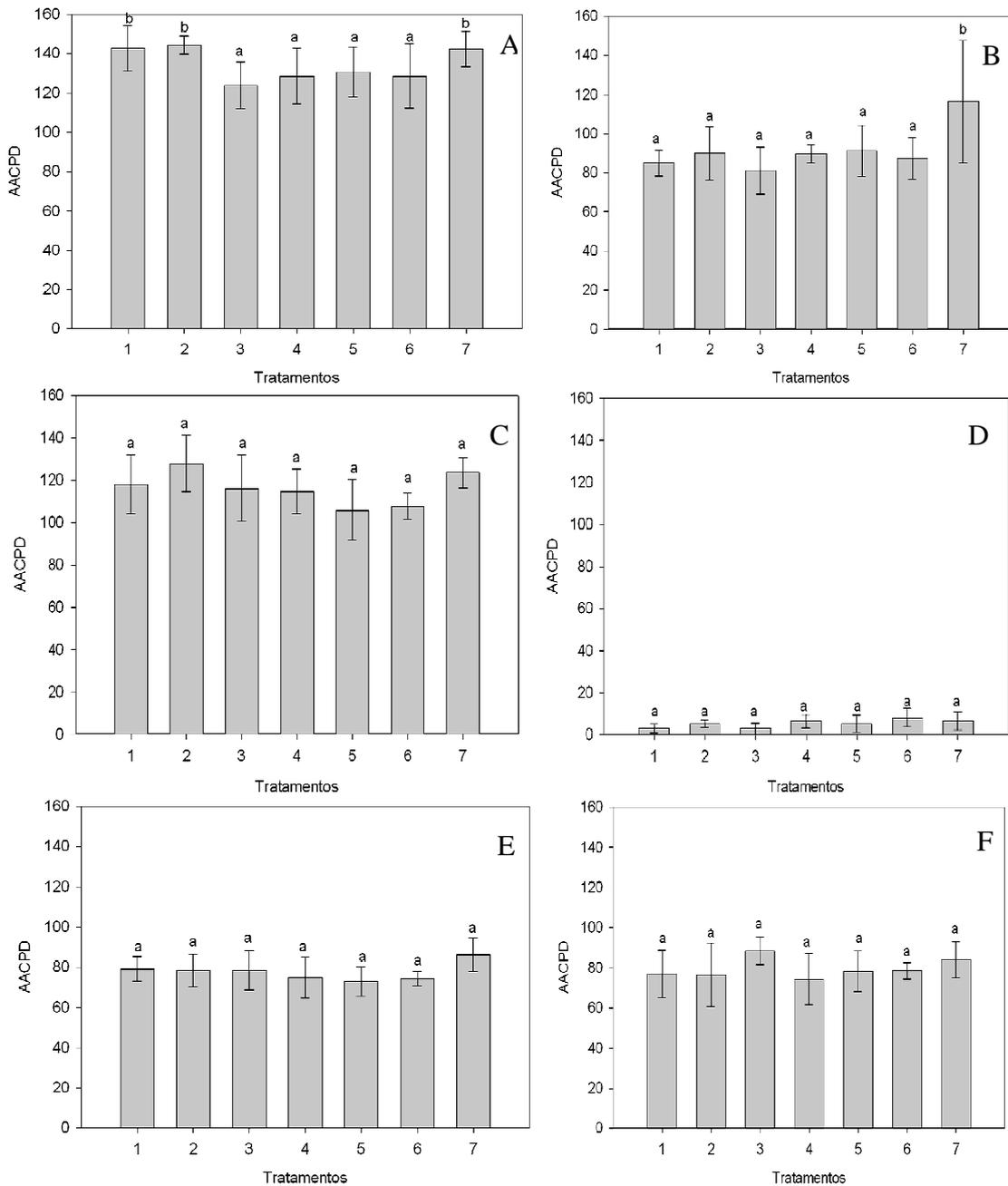


Figura 7 – Área abaixo da curva do progresso das ferrugens – AACPD, no experimento II, conduzido no período de 18/11/2008 a 16/04/2009, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR. Híbridos: **A** – DKB 390, **B** – P30S31, **C** – AG 9040, **D** – AG 7010, **E** – AS 1575, **F** – SOMMA. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento Scott-Knott. As barras representam o desvio padrão das médias.

Tabela 20 – Área abaixo da curva do progresso das ferrugens (AACPD), no experimento II, conduzido no período de 18/11/2008 a 16/04/2009, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR

Tratamentos.	AACPF						
	AG 9040	AG 7010	P 30S31	DKB 390	AS 1575	SOMMA	
T 1**	118,1 ns*	3,1 ns	85,1 a	142,8 b	79,2 ns	77,0 ns	
T 2	128,0 ns	5,2 ns	90,0 a	144,5 b	78,5 ns	76,4 ns	
T 3	116,1 ns	3,0 ns	81,2 a	123,9 a	78,5 ns	88,6 ns	
T 4	114,6 ns	6,4 ns	89,6 a	128,7 a	75,0 ns	74,4 ns	
T 5	105,8 ns	5,3 ns	91,2 a	130,7 a	73,1 ns	78,3 ns	
T 6	107,7 ns	8,2 ns	87,4 a	128,7 a	74,3 ns	78,6 ns	
T 7	123,5 ns	6,6 ns	116,5 b	142,6 b	86,1 ns	84,1 ns	
CV (%)	10,7	47,3	16,08	8,63	8,35	10,4	

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento Scott-Knott. Dados originais apresentados para análise estatística foram transformados em  $\sqrt{(y+1,0)}$ . SISVAR 5.1.

\*\*T1 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6), T2 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V10), T3 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T4 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T5 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6 e Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10), T6 (Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10) e T7 (Testemunha).

Para o híbrido P30S31 os valores da AACPD (Figura 7 B e Tabela 20) nos tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e T6 diferiram estatisticamente da testemunha T7, porém sem mostrar diferença entre si, com valores de (27,0, 22,7, 30,3, 23,1, 21,7, 25,0%) menores do que o observado no tratamento testemunha T7.

Para os híbridos AG 9040, AG 7010, AS 1575 e SOMMA (Figura 7 C, D, E, e F e Tabela 20). Os valores da AACPD obtidos nos tratamentos não tiveram diferenças estatisticamente significativas em relação ao tratamento testemunha T7 e nem entre si. Dessa forma os dados obtidos foram considerados não significativos.

No experimento III, os tratamentos diferiram estatisticamente da testemunha e entre si (Tabela 21). Nos híbridos CD 304 e AG 7010 com os tratamentos T5 e T6 os índices de severidade da doença diferiram significativamente do tratamento testemunha T7, com níveis de controle da doença (50,0 e 72,2% CD 304; 38,9 e 55,5% AG 7010). Os tratamentos T1, T2, T3, T4 não diferiram estatisticamente do tratamento testemunha T7.

Tabela 21 – Severidade das ferrugens no experimento III, conduzido no período de 01/03/2010 a 16/08/2010, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR

Tratamentos	milho			
	CD 304	CD 321	AG 9040	AG 7010
T 1 **	1,6 b*	1,3 a	1,6 b	1,6 b
T 2	1,7 b	1,5 a	1,2 a	1,6 b
T 3	1,5 b	1,4 a	1,2 a	1,4 b
T 4	1,5 b	1,5 a	1,2 a	1,8 b
T 5	0,9 a	1,1 a	1,1 a	1,1 a
T 6	0,5 a	1,2 a	1,1 a	0,8 a
T 7	1,8 b	1,7 b	1,7 b	1,8 b
CV (%)	8,65			

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento Scott-Knott. Dados originais apresentados para análise estatística foram transformados em  $\sqrt{(y+1,0)}$ . SISVAR 5.1.

\*\*T1 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6), T2 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V10), T3 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T4 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T5 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6 e Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10), T6 (Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10) e T7 (Testemunha).

Para o híbrido CD 321 os valores de severidade da doença dos tratamentos T1, T2, T3 e T4, T5 e T6 não diferiram entre si, porém diferiram estatisticamente da testemunha T7, com controle da doença (23,5, 11,8, 17,6, 11,8, 35,3, 29,4%, respectivamente).

Os valores de severidade da doença para os híbridos AG 9040 nos tratamentos T2, T3 e T4, T5 e T6 diferiram estatisticamente da testemunha T7, sem contudo apresentar diferença estatística entre si, com controle da doença (29,4, 29,4, 29,4, 35,3, 35,3%). O tratamento T1 não diferiu estatisticamente do tratamento testemunha T7.

No experimento III os valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), para o híbrido AG 7010 (Tabela 22), nos tratamentos T5 e T6 (Figura 8 A), diferiram significativamente dos demais, não diferindo entre si, com AACPD (36,2 e 48,6)%, respectivamente. Ambos menores que o observado no tratamento testemunha T7. Os tratamentos T1, T2, T3 e T4 não diferiram significativamente do tratamento testemunha T7.

Tabela 22 – Área abaixo da curva do progresso das ferrugens (AACPD) no experimento III, conduzido no período de 01/03/2010 a 16/08/2010, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR

Tratamentos	AACPF			
	CD 304	CD 321	AG 9040	AG 7010
T 1*	34,3 ns*	39,4 ns	32,2 ns	50,9 b
T 2	43,3 ns	32,0 ns	31,6 ns	40,4 b
T 3	30,9 ns	35,5 ns	32,8 ns	35,3 b
T 4	35,4 ns	33,0 ns	30,7 ns	43,1 b
T 5	29,3 ns	30,1 ns	26,7 ns	25,7 a
T 6	17,9 ns	26,9 ns	26,7 ns	20,7 a
T 7	34,8 ns	35,1 ns	31,5 ns	40,3 b
CV (%)	28,59	21,25	19,8	18,4

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento Scott-Knott. Dados originais apresentados para análise estatística foram transformados em  $\sqrt{(y+1,0)}$ . SISVAR 5.1.

\*\*T1 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6), T2 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V10), T3 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T4 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T5 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6 e Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10), T6 (Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10) e T7 (Testemunha).

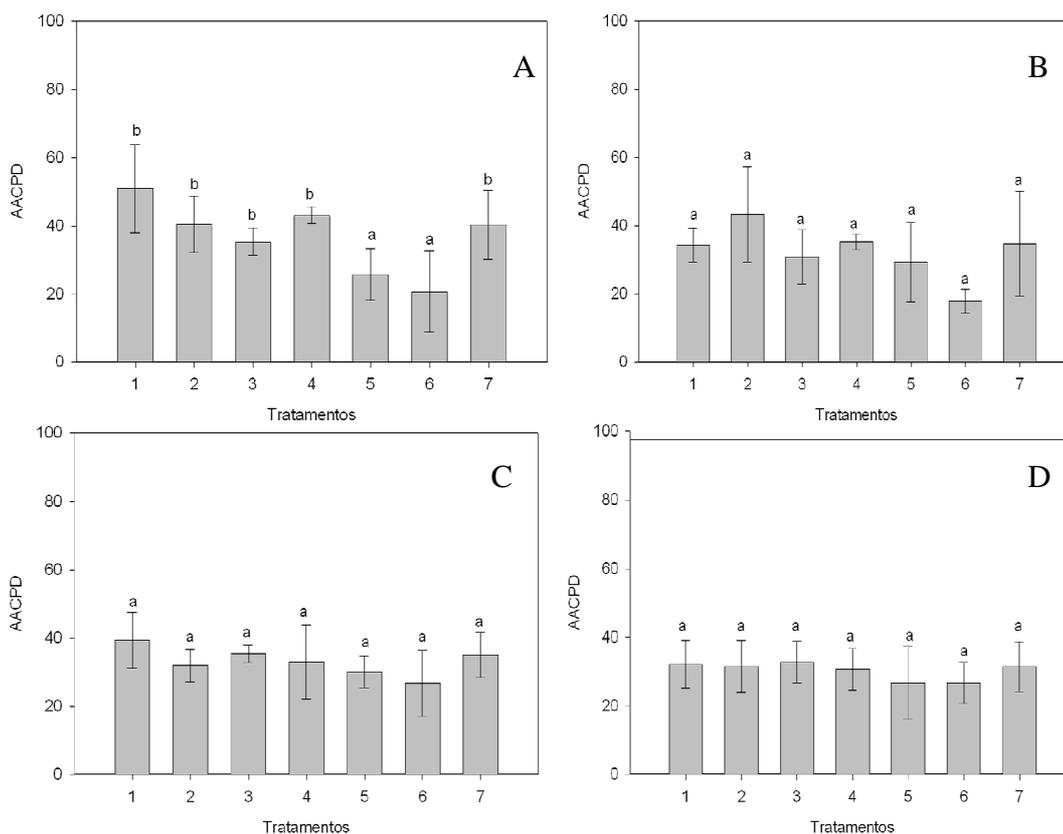


Figura 8 – Área abaixo da curva do progresso das ferrugens (AACPD), no experimento III, conduzido no período de 01/03/2010 a 16/08/2010, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR. Híbridos: **A** - AG 7010, **B** - CD 304, **C** - CD 321, **D** - AG 9040. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento Scott-Knott. As barras representam o desvio padrão das médias.

As avaliações das ferrugens foram realizadas com o auxílio de escala diagramática desenvolvida por Canteri et al. (1999), considerando-se a porcentagem de área ocupada pelas lesões das pústulas de todas as ferrugens, simultaneamente, nas folhas da planta. Nos ensaios instalados para o presente trabalho as infecções das ferrugens nas folhas das plantas ocorreram de forma que nos experimentos I e II predominou ferrugem polissora (*Puccinia polysora*) acima de 98% e no experimento III ocorreu com maior frequência a ferrugem branca (*Physopella zae*), acima de 97%. A ferrugem comum (*Puccinia sorghi*) ocorreu nos três experimentos, mas de forma esporádica e com menor expressão.

O efeito dos tratamentos de fosfito de potássio promoveu uma redução dos valores da severidade da doença em relação ao tratamento testemunha T7 nos três experimentos, variando de 11,8 a 42,9%, e AACPD de 7,3 a 28,7%. Esse controle foi inferior ao apresentado pelo fungicida, que reduziu os valores da severidade da doença variando de 15,0 a 72,2% e AACPD de 12,2 a 35,0%. De acordo com os resultados obtidos, pode-se observar que os tratamentos de fosfito de potássio diferiram estatisticamente do tratamento testemunha T7 ao nível de 5%, entretanto, os tratamentos nos quais foram utilizados o fungicida apresentaram maior controle da doença, apesar de que os valores de controle dos dois tratamentos foram muito próximos.

Possivelmente, a característica genética do híbrido teve maior expressão de controle da doença, conforme demonstrado na AACPD do tratamento testemunha T7, do experimento II (6,6 AG 7010, 84,1 SOMMA, 86,1 AS 1575, 116,5 P30S31, 123,5 AG 9040 e 142,6 DKB 390). Esses dados concordam com Dudienas (1997), que, estudando o comportamento de cultivares de milho, em condições de campo, quanto à resistência a *Physopella zae*, concluiu que o controle mais eficaz dessa doença é feito através do uso de resistência genética, muito embora sejam poucos os relatos de cultivares comerciais com bons níveis de resistência à ferrugem, sendo, algumas vezes, necessário entrar com medidas alternativas de controle, como por exemplo, o controle químico.

Em relação à amostragem da doença é importante mencionar que o formato peculiar das manchas de ferrugem de pequena dimensão e a necrose que ocorre no tecido infectado após a esporulação, isso somado com a ocorrência de outras doenças foliares, simultaneamente, tais como mancha branca, helmintosporiose e mancha de cercospora, causaram dificuldades na

amostragem, de tal forma que poderia sugerir, para outros trabalhos, que fizessem avaliações da ferrugem do milho separadamente de outras doenças.

A respeito do efeito da aplicação de fosfito de potássio nas ferrugens do milho, até o momento, não foram encontradas informações publicadas. Entretanto Fancelli et al. (2009), estudando o efeito do fosfito de manganês, Phytogard® (30% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de fosfito e 9% de Manganês) e Starter® Mn no controle da ferrugem asiática e na produtividade da soja, evidenciaram que o maior incremento em produtividade foi obtido com duas aplicações de fungicida nos estádios R1 e R5.1, combinadas com a aplicação de Starter® Mn (V5+R1) e Phytogard® Mn (R1), contribuindo para o aumento de 8,9% em relação ao tratamento que recebeu apenas as aplicações de fungicida. Concluíram que Starter® Mn e Phytogard® Mn contribuíram significativamente para o aumento de eficácia dos fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja, além de proporcionar incrementos satisfatórios de produtividade, constituindo em alternativas racionais para o estabelecimento de sistemas sustentáveis de produção. Furlan et al. (2010) também avaliaram Starter® Mn e Phytogard® Mn no controle do mofo branco e no rendimento da soja, sugerindo a importância de se conhecer melhor o comportamento e o papel desses nutrientes na ocorrência dessa doença. Afirmam ainda que o uso de produtos químicos (fungicidas e nutrientes) reduziu os índices de incidência e severidade do mofo branco.

#### 4.2 GRÃOS ARDIDOS

A ocorrência de grãos ardidos, nas amostras colhidas das parcelas dos tratamentos foliares, foi avaliada verificando a possibilidade de haver correlação entre os tratamentos aplicados e a ocorrência de deterioração nos grãos.

Os resultados de porcentagem das amostras de milho deteriorados para os valores obtidos nos experimentos I e II não demonstraram diferenças estatisticamente significativas entre si e em relação à testemunha T7.

Ono et al. (2006), estudando o teor de fumonisinas em milho e a sua correlação com *Fusarium* sp., contagem de grãos danificados, teor de proteína e lipídeo, verificaram que os níveis de fumonisinas nos grãos sadios variaram de 0,57 a 20,38 mg.g<sup>-1</sup>, enquanto que nos grãos ardidos, variaram de 68,96 a

336,38 mg.g<sup>-1</sup>. Não foi observada correlação significativa entre os níveis de fumonisinas e os teores de proteínas e lipídeos. Esses resultados ratificam a importância do monitoramento constante da contaminação por fungos toxigênicos e fumonisinas em milho e derivados a fim de garantir a qualidade e segurança dos produtos e minimizar o risco potencial à saúde humana e animal.

#### 4.3 PRODUTIVIDADE

A produtividade dos híbridos nos tratamentos dos experimentos I e II não demonstrou diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos e a testemunha T7. O experimento I foi afetado drasticamente pela estiagem durante o ciclo de desenvolvimento, apresentando muitas manchas de solo que prejudicaram o crescimento das plantas e a produtividade final das parcelas

No experimento III a produtividade dos tratamentos T4, T5 e T6 (Tabela 23), nos híbridos CD 321 e AG 9040, diferiram estatisticamente dos demais, não apresentando diferenças entre si, com valores (7,0, 11,3 e 13,1% CD 321; 6,5, 10,9 e 12,4% AG 9040, respectivamente) maiores do que o observado no tratamento testemunha T7. Os tratamentos T1, T2, e T3 não apresentaram valores com diferença significativa do tratamento testemunha T7.

Tabela 23 – Produtividade (kg.ha<sup>-1</sup>) dos híbridos de milho submetidos aos tratamentos foliares no experimento III, conduzido no período de 01/03/2010 a 16/08/2010, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR.

Tratamentos	Milho			
	CD 304	CD 321	AG 9040	AG 7010
T 1 **	5766 ns*	5057 b	6458 b	5387 b
T 2	5983 ns	5275 b	6233 b	5321 b
T 3	5825 ns	5188 b	6540 b	5393 b
T 4	6096 ns	5551 a	6922 a	5358 b
T 5	6500 ns	5774 a	7210 a	5992 a
T 6	6479 ns	5865 a	7307 a	5921 a
T 7	5884 ns	5186 b	6500 b	5372 b
CV (%)	8,16			

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento Scott-Knott. Dados originais apresentados para análise estatística foram transformados em  $\sqrt{(y+1,0)}$ . SISVAR 5.1.

\*\*T1 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6), T2 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V10), T3 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T4 (Fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> nos estádios V6 e V10), T5 (Fosfito 1,0 L.ha<sup>-1</sup> no estádio V6 e Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10), T6 (Fungicida 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral a 0,5% no estádio V10) e T7 (Testemunha).

Para o híbrido AG 7010 os tratamentos T5 e T6 diferiram estatisticamente dos demais, sem haver diferença significativa entre si, com valores (11,5 e 10,2%) maiores do que o observado no tratamento testemunha T7.

A produtividade dos tratamentos no híbrido CD 304 não apresentou diferenças estatisticamente significativas entre si e nem da testemunha T7

O tratamento T4, com fosfito de potássio, apresentou incremento de produtividade variando entre 6,5 e 7,0%, possivelmente devido ao controle das doenças foliares. Esse incremento de produtividade foi inferior ao apresentado pelo fungicida, que apresentou produtividade variando de 10,2 a 13,1% maior que o tratamento testemunha T7. Pode-se verificar que o fosfito de potássio para esses híbridos, no período de safrinha, produziu um incremento de produtividade 58% do resultado produzido pelo fungicida.

Avaliando o desempenho agrônômico de híbridos de milho em Uberlândia-MG, Santos et al. (2002) verificaram que a severidade do patógeno *Phaeosphaeria maydis* correlacionou-se negativamente e significativamente com a produtividade de grãos (-0,56); verificando, então, que a doença afetou a produtividade, e quanto maior o progresso da doença, menor a produtividade. Resultados semelhantes foram obtidos por Sawazaki et al. (1997) entre a severidade do patógeno *P. maydis* e a produtividade de milho.

Barros e Lourenção (2009), visando avaliar o comportamento do milho safrinha em resposta à aplicação de fungicidas foliares e proporcionar meios de comparação quanto ao melhor momento para a realização da aplicação de três diferentes produtos na cultura, e ainda qual o benefício de duas aplicações, realizaram uma série de trabalhos de pesquisa em diferentes locais do Mato Grosso do Sul. Foi constatado que, dentre os dois estádios da cultura nos quais foram realizadas as aplicações para o controle da cercosporiose, a pulverização no pré-pendoamento resultou em maior eficácia, para qualquer fungicida utilizado. A maioria dos híbridos presentes nos ensaios apresentou resposta positiva à aplicação do fungicida. Houve grande variação em termos das amplitudes de respostas. Conclui-se, então, que a tomada de decisão para a utilização de fungicidas no milho vai depender também da ocorrência de condições climáticas no momento da aplicação, no caso de se realizar apenas uma pulverização. Deve-se sempre dar preferência por materiais mais sadios,

pois o fator genético é o principal método de controle e o químico apresenta-se como complemento, bem como a época de semeadura, a rotação de culturas e adubações equilibradas, pois essas medidas somam para o sucesso e a sustentabilidade da cultura.

Visando avaliar os efeitos da aplicação de fungicida nas doenças foliares Cercosporiose e Mancha-Branca do milho, na produtividade de grãos e na incidência de grãos ardidos e também estabelecer a relação existente entre a produtividade e a severidade dessas doenças, Pinho et al. (2010) conduziram três experimentos em locais diferentes em Minas Gerais. De acordo com os dados obtidos, concluíram que a aplicação de fungicida é eficiente no controle de doenças foliares e proporciona a obtenção de maiores produtividades, em média 12% superior do que sem fungicida. Também verificaram que o uso de fungicida em aplicação foliar possibilita a redução da incidência de grãos ardidos. Quanto às doenças foliares avaliadas, constataram que elas reduzem a produtividade e essa redução é maior quando as doenças ocorrem mais precocemente. Verificaram também que a Cercosporiose provoca maior redução na produtividade quando comparada com a Mancha-Branca.

Jardine e Laca-Buendia (2009) pesquisando a eficiência dos fungicidas no controle de doenças foliares *Puccinia sorghi*, *Phaeosphaeria maydis*, *Cercospora zea-maydis* e a influência na produtividade na cultura do milho, conduziram o experimento na safrinha 2008, no município de Lagoa Formosa-MG. Verificaram que não houve diferença significativa entre os tratamentos testados e a produtividade de milho com aplicação de diferentes fungicidas, porém pode-se verificar que houve incremento de produtividade em todos os tratamentos com aplicação de fungicidas quando comparados com a testemunha sem aplicação, entre 39,89 a 11,11% destacando-se a aplicação de flutriofol + azoxytrobin + óleo mineral com incremento de produtividade de 31,17 Sc/ha (39,89% de aumento em relação à testemunha) justificando-se, assim, o uso desses fungicidas na cultura do milho, pois o custo por/ha foi muito menor que o ganho de produtividade alcançada (Apêndice - Figura 6A).

## 5. CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos neste trabalho conclui-se que:

- A aplicação foliar de fosfito reduziu a severidade em ordem decrescente das doenças: mancha de cercospora, mancha branca, helmintosporiose comum e ferrugens;

- Os tratamentos de fosfito com 2,0 L.ha<sup>-1</sup> aplicados nos estádios fenológicos V6 e V10, seguido do tratamento 2,0 L.ha<sup>-1</sup> no estágio fenológicos V10, foram os mais eficientes para o controle das doenças;

- Os tratamentos com fungicida, para todos os híbridos, apresentaram os menores valores de severidade e AACPD e os melhores níveis de controle das doenças.

- Os tratamentos não foram efetivos para diminuir a incidência de grãos ardidos, porém os tratamentos de fosfito 2,0 L.ha<sup>-1</sup> aplicados nos estádios fenológicos V6 e V10 e o fungicida epoxiconazole + piraclostrobina 0,6 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral 5%, apresentaram incremento na produtividade no ensaio conduzido na safrinha.

## REFERÊNCIAS

- AGOSTINI, J. P.; BUSHONG, P. M.; TIMMER, L. W. Greenhouse evaluation of products that induce host resistance for control of scab, melanose, and alternaria brown spot of citrus. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 87, n. 1, p. 69-74, 2003.
- AFEK, U.; SZTEJNBERG, A. Effects of Fosetyl-Al and phosphorous acid on scoparone, a phytoalexin associated with resistance of Citrus to *Phytophthora citrophthora*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 79, n. 7, p. 736-739, 1989.
- BARROS, R.; LOURENÇÃO, A. L. F. **Fungicidas no milho safrinha, tecnologia e produção**: milho safrinha e culturas de inverno. Fundação MS, 2009. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/fungicidas-no-milho-safrinha-pdf-a28162.html>>. Acesso em: 21 de out. 2010.
- BEDENDO, I.P. Manchas foliares. In: BERGAMIM FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia**: princípios e conceitos. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v. 1, p. 855-857.
- BELL, A. A. Plant pest interaction with environmental stress and breeding for pest resistance: plant diseases. In: CHRISTIANSEN, M. N.; LEWIS, C. F. (Ed.). **Breeding plants for less favorable environments**. [S.l.]: Wiley-Interscience, 1981. p. 335-364.
- BLUM, L. E. B. Fosfitos aplicados em pós-colheita reduzem o mofo-azul em maçãs 'fuji' e 'gala'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 265-268, Ago. 2007.
- BONETI, J. I.; KATSURAYAMA, Y. Viabilidade do uso de fosfitos no manejo das doenças da macieira. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 5., 2002, Fraiburgo. **Anais...** Fraiburgo: Epagri, 2002. p. 125-139.
- BRANDÃO, A. M. **Manejo da cercosporiose (*Cercospora zae-maydis* Tehon & Daniels) e da ferrugem comum do milho (*Puccinia sorghi* Schw.) pelo uso da resistência genética, fungicidas e épocas de aplicação**. 2002. 169 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2002.
- BRACKMANN, A. et al. 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.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Avaliação de fosfitos no controle do míldio da videira**. Brasília, DF: Embrapa, 2003.

- BRASIL. Portaria nº 11 de 12 de abril de 1996. Estabelece critérios complementares para classificação do milho. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n.72, 1996.
- BRITO, A. H. et al. Efeito da cercosporiose no rendimento de híbridos comerciais de milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, n. 06, p. 472-479, 2007.
- BHOWMIK, T. P.; PRASADA, R. H. Physiologic specialization in *Helminthosporium turcicum* (Pass.) from India. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 68, n 2, p. 84-87, 1970.
- CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley & Sons, 1990.
- CANTERI, M.G., et al. Software para auxiliar em estimativas de severidade de doenças de milho. In: AGROSOFT 99 – CONGRESSO E MOSTRA DE AGROINFORMÁTICA, Campinas-SP, 1999. **Anais...** Campinas: Embrapa, 1999. P. 18-24.
- CARLSON, G. A.; MAIN, C. E. Economics of disease loss management. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto v. 14, n 2, p. 381-403, 1976.
- CARSWELL, C. et al. The fungicide phosphonate disrupts the phosphate-starvation response in *Brassica nigra* seedlings. **Plant Physiology**, Parkville, v. 110, n 1, p. 105-110, 1996.
- CASA, R. T. et al. Fungos associados à semente de milho produzida nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.23, n.3, p.370-373, 1998.
- CASA, R. T.; REIS, E. M. Doenças na cultura do milho. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. (Eds). **Milho: estratégias de manejo para alta produtividade**. Piracicaba: ESALQ/USP/LPV, 2003. p.1-18.
- CASELA, C. R. et al. **Doenças da cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 14 p. (Circular Técnica 83).
- CHULZE, S.N. et al. Fumonisin production by, and mating populations of, *Fusarium* section Liseola isolates from maize in Argentina. **Mycological Research**, Cambridge, v. 102, n. 2, p. 141-144, 1998.
- CHUPP, C. **A monograph of the fungus genus Cercospora**. New York: The Ronald Press Company, 1953.
- CHUPP, C.; SHERF, A. F. **Vegetable disease and their control**. New York: The Ronald Press, 1960.
- COLORADO. **Guia de híbridos colorado**. Orlândia: Sementes Colorado, 1996.

CONAB. **Indicadores da agropecuária**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 12 dez. 2010.

COUTO, M. R. M. **Transformação de dados com excesso de zero em experimentos com culturas olerícolas**, 2008. 73 f. Dissertação (Livre-Docência)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

DAVIS, A. J. et al. Sensitivity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* to phosphonate. **Plant Pathology**, Oxford, v. 43, n. 1, p. 200-205, 1994.

DENTI, E. A.; REIS, E. M. **Efeito da rotação de culturas, da monocultura e da densidade de plantas na incidência das podridões do milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2000. (Resumo de Palestras).

DERCKX, W.; CREASY, L. L. Influence of fosetyl-Al on phytoalexin accumulation in the plasmopara viticola-grapevine interaction. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, New York, v. 34, p. 203-213, 1989.

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

DOURADO-NETO, D. **Modelos fitotécnicos referentes à cultura de milho**. 1999. 229 f. Tese (Livre-Docência)–Escola superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

DUARTE, J. O. **Introdução e importância econômica do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002.

DUARTE, A. P. (Coord.). Doenças. **Cultura do milho**, 2005. Disponível em: <<http://www.zeamays.com.br/doencas/manchas.htm>>. Acesso em: 16 out. 2010.

DUDIENAS, C. et al. Comportamento de cultivares de milho, em condições de campo, quanto à resistência a *Physopella zaeae*. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 23, n. 3/4, p. 259-262, 1997.

EMBRAPA. Situação atual, estratégias e recomendações. In: SIMPÓSIO SOBRE DOENÇAS EM MILHO, 1993, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP/Embrapa-CNPMS/APPS, 1993. p 182-184.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

FANCELLI, A. L. et al. Efeitos de Phytogard® Mn e Starter® Mn no controle da ferrugem asiática e na produtividade da soja. In: V CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 5., 2009, Goiânia. **Anais ...** Goiânia: Mercosoja, 2009. p. 51-53

FANTIN, G. M. et al. Avaliação de genótipos de milho pipoca quanto à resistência a doença e qualidade da pipoca. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 17, n. 2, p. 90-99, 1991.

- FANTIN, G. M. Mancha de *Phaeosphaeria*, moléstia do milho que vem aumentando a sua importância. **Biológico**, São Paulo, v. 56, n. 1/2, p. 39, jan./dez. 1994.
- FANTIN, G.M.; BALMER, E. Método de inoculação e evolução de sintomas da mancha foliar de *Phaeosphaeria maydis* em milho. **Summa Phytopathologica**, v.23, p.64-65, 1997.
- FANTIN, G. M. Milho: tratar ou não das doenças? **Revista Cultivar Grandes Culturas**, ano 8, n.88, p.28-31, ago. 2006.
- FERNANDES, F.T.; OLIVEIRA, E. **Principais doenças na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 2000.
- FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para análise de variância) para windows versão 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45. 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p.255-258.
- FIGUEIREDO, M.B.; HENNEN, J.F. Detection of telia of *Physopella zae* in Piracicaba, state of São Paulo. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v.21, n.1, p.38-40, 1995.
- FISHER, D. E. et al. Leaf infection and yield loss caused by four *Helminthosporium* leaf diseases of corn. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 66, n. 8, p. 942-944, 1976.
- FURLAN, S. H. et al. Aplicações de produtos químicos no controle do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) na cultura da soja, safra 2009/10. In: REUNIÃO DE PESQUISA DA SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 31., 2010,. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2010. p. 210-212.
- GALINAT, W. C. The Origin of Corn. In: SPRAGUE, G. F. (Ed.). **Corn and Corn Improvement**. Madison: Am. Soc. Agronomy, 1977. p. 1-47.
- GOMES, F. P. **Curso de Estatística Experimental**. 14. ed. Piracicaba: Degaspari, 2000. 477p.
- HARRISON, L. R. et al. Pulmonary edema and hydrothorax in swine produced by fumonisin B1, a toxic metabolite of *Fusarium moniliforme*. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, Columbia, v. 2, n. 3, p. 217, 1990.
- ISSA, E. Controle químico de *Helminthosporium turcicum* Pass em milho pipoca, *Zea mays* L. **O Biológico**, São Paulo, v. 49, n. 2, p. 41-43, 1983.
- JARDINE, D. F.; LACA-BUENDÍA, J. P. Eficiência de fungicidas no controle de doenças foliares na cultura do milho. **FAZU em Revista**, Uberaba, v. 26, n. 6, p. 11-52, 2009.
- KIMATI, H.; AMORIM, L. et al. **Manual de fitopatologia: doença das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2.

KOZLOWSKI, L. A. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho baseado na fenologia da cultura. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 3, p. 365-372, 2002.

LARSON, E. J. **Managin field corn infected with common rust**: MSU CARES (Coordinated Acces to the Research and Extension System). Mississippi: Mississippi Agricultural and Florestry Experiment Station; Mississippi State University, 2001. Disponível em: <<http://www.msucares.com/>>. Acesso em: 16 out. 2010.

LATTERELL, F. M.; ROSSI, A. Gray leaf spot of corn: a disease on the move. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 67, n. 8, p. 842-847, 1983.

LEATH, S.; THAKUR, R. P.; LEONARD, K. J. Variation in expression of monogenic resistance in corn to *Exserohilum turcicum* race 3 under different temperature and light regimes. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 80, n. 3, p. 309-313, 1990.

LEONARD, K. J. Foliar pathogens of corn in North Carolina. **Plant Disease Reporter**, Washington, v. 58, n. 10, p. 532-534, 1974.

LEVY, Y.; COHEN, Y. Biotic and environmental factors affecting interaction of sweet corn with *Exserohilum turcicum* . **Phytopathology**, Saint Paul, v. 73, n. 5, p.249-252, 1983.

MAGALHÃES, P. C. et al. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2002. (Circular Técnica, 22).

MARASAS, W. F. O. Fumonins: their implications for human and animal health. **Natural Toxins**, New York, v. 3, n. 4, p. 193-198, 1995.

MATHIONI, S. M. **Agressividade de isolados de *Cercospora zae-maydis* em genótipo de milho**. 2006. 55 f. Dissertação (Livre Docência)-Escola superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

McKAY, A. G.; FLOYD, R. M.; BOYD, C. J. Phosphonic acid compounds controls downy mildew (*Peronospora parasitica*) in cauliflower curds. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v. 32, n. 1, p. 127-129, 1992.

MELCHING, J. S. Corn rusts: types, races and destructive potencial. In: ANNUAL CORN AND SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, 30., 1975, Washington. **Anais...** Washington: American Seed Trade Association, 1975. p. 90-115.

MENEGAZZO, R. Micotoxinas em milho para rações na região sul do Brasil (1992 a 1997). In: SCUSSEL, V. M. (Ed.). **Atualidades em micotoxinas e armazenagem de grãos**. Florianópolis: Ed. da Autora, 2000. p. 97-103.

- MIRANDA, G. V. et al. Reação de cultivares de milho-pipoca à helmintosporiose. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 49, n. 285, p. 513-521, 2002.
- MOREIRA, L. M. et al. Controle em pós-colheita de *Monilinia fructicola* em pêssegos. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, n. 4, p. 395-398, 2002
- NASCIMENTO, A. R. et al. Fontes de fosfito e acebenzolar-s- menil no controle de doenças e produtividade do tomateiro. **Biosci. J.**, Goiânia, v. 24, n. 1, p. 53-59, 2008.
- NEVES, J. S. **Influência da aplicação de fosfito de potássio na severidade da ferrugem asiática da soja**. 2006. 48 f. Dissertação (Mestrado)-Faculdade de Agronomia e Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2006.
- NOJOSA, G. B. A. **Efeito de indutores na resistência de *Coffea arabica* L. à *Hemileia vastatrix* BERK & BR. e *Phoma costarricensis* ECHANDI**. 2003. 102 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.
- NOJOSA, G. B. de A.; RESENDE, M. L. V.; RESENDE, A. V. Uso de fosfitos e silicatos na indução de resistência. In: CAVALCANTI, L. et al. (Eds.). **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2005. p.1007-1013.
- ONO, E. Y. S. et al. Fumonisinhas em milho: correlação com *Fusarium* sp. Contagem, grãos danificados, proteína e lipídio. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Florianópolis, v. 49, n. 1, p. 63-71, Jan. 2006.
- PACCOLA-MEIRELLES, L. D. et al. Avaliação da expressão de resistência para mancha foliar de *Phaeosphaeria* em milho *Zea mays* L. quanto ao número e tamanho de lesões. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22., 1998, Recife. **Resumos...** Recife: ABMS, 1998. p. 161.
- PACCOLA-MEIRELLES, L. D. et al. Detection of a bacterium associated with a leaf spot disease of maize in Brazil. **Journal of Phytopathology**, Berlim, v. 149, n. 5, p. 275-279, 2001.
- PASCHOLATI, S. F. Resultados com resistência induzida no Brasil. In: SIMPÓSIO DE BIOLOGIA MOLECULAR DA RESISTÊNCIA DE PLANTAS A PATÓGENOS: APLICAÇÕES NO MANEJO INTEGRADO DE FITODOENÇAS, 1., 2002, Lavras. **Resumos**. Lavras: Ufla, 2002. p. 120.
- PATAKY, J. K. Relationships between yield of sweet corn and Northern leaf blight, caused by *Exserohilum turcicum*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 82, n. 3, p. 370-375, 1992.
- PAUL, P. A.; MUNKVOLD, G. P. Influence of temperature and relative humidity on sporulation of *Cercospora zeae-maydis* and expansion of gray leaf spot lesions on maize leaves. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 89, n. 6, p. 624-630, 2005.

PEDROSA, M. G. **Mapeamento genético para resistência à Cercosporiose, mancha de feosféria e ferrugem comum na cultura do milho.** 2002. 102 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2002.

PEIXOTO, C. M. **O milho: o rei dos cereais – da sua descoberta há 8.000 anos até as plantas transgênicas.** Disponível em: <<http://www.seednews.inf.br/portugues/seed62/milho62.shtml>>. Acesso em: 14 out. 2010.

PEREIRA, O. A. P. et al. Doenças do milho (*Zea mays*). In: BERGAMIM FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: Epidemiologia e controle econômico.** São Paulo: Ceres, 1996. p. 479-480.

PEREIRA, O. A. P. Doenças de milho. In: KIMATI, H. et al. (Ed.). **Manual de fitopatologia.** 3. ed. São Paulo: Ceres, 1997. v. 2, p. 538-555.

PERKINS, J. M.; PEDERSEN, W. L. Disease development and yield losses associated with northern leaf blight on corn. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 71, n. 10, p. 940-943, 1987.

PINAZZA, L. A.; ALIMANDRO, R. Milho híbrido: desafios de uma semente. **Agroanalysis**, São Paulo, p. 18-19, ago. 1998

PINHO, R. G. V. et al. Danos causados pelas ferrugens polissora e tropical no milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 24, n. 4, p. 400-409, 1999.

PINHO, R. G. V. et al. Controle genético da resistência do milho às ferrugens polissora e tropical. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 24, n.3, p. 394-399, 1999.

PINHO, R. G. V. et al. Controle químico de doenças foliares e grãos ardidos em milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28., 2010, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010. p. 2825-2832.

PINTO, N. F. J. de A. et al. Qualidade sanitária e produção de fumonisina B1 em grãos de milho na fase de pré-colheita. **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v. 33, n. 3, p. 304-306, 2007.

PINTO, N. F. J. de A. et al. Principais doenças da cultura do milho. **Informe Agropecuário: Cultivo do Milho no Sistema de Plantio Direto**, Belo Horizonte, v. 27, n. 233, p. 7-12, 3 jul. 2006.

PINTO, N. F. J. de A., FERNANDES, F. T.; OLIVEIRA, E. Milho. In: VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, L. (Eds.) **Controle de doenças de plantas.** Viçosa: UFV-MEC, 1997. p. 821-864.

PLAXTON, W. C. Metabolic aspects of phosphate starvation in plants. In: LYNCH, J. P.; DEIKMAN, J. P. (Ed). **Phosphorus in plant biology: regulatory roles in molecular, cellular, organism, and ecosystem processes.** Rockville: Marcel Dekker, 1998. p. 229-241.

- PUZZI, D. **Manual de armazenamento de grãos**: armazéns e silos. São Paulo: Agronômica Ceres, 1977.
- RANE, M. S.; PAYAK, M. M.; RENFRO, B. L. A. Phaeosphaeria Leaf spot of maize. **Indian Phytopathology Society Bulletin**, New Delhi, v. 3, n. 4, p. 7-10, 1965.
- REIS, E. M. et al. **Manual de diagnose e controle de doenças do milho**. 2. ed. rev. atual. Lages: Graphel, 2004.
- REIS, E. M.; CASA, R. T. Controle de doenças fúngicas na cultura do milho em plantio direto. In: BORGES, G.; BORGES, L. D. **Seminário sobre tecnologia de produção e comercialização do milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2000. p. 62-71.
- REYNOLDS, K. L. et al. Statistical comparison of epidemics. In: FANCL, L. J.; NEHER, D. A. (Eds.). **Exercises in Plant Disease Epidemiology**. St Paul: APS Press, 1997. p. 34-37.
- RIBEIRO JÚNIOR, P.M. et al. Fosfito de potássio na indução de resistência a *Verticillium dahliae* Kleb., em mudas de cacaueteiro (*Theobroma cacao* L.) **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 629-636, 2006.
- RICKARD, D. A. Review of phosphorous acid and its salts as fertilizer materials. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 23, n. 2, p. 161-180, 2000.
- RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1993. (Special Report, n. 48).
- RODRIGUES-ARNON, R.; SCOTT, G. E.; KING, S. B. Maize yield losses caused by southern corn rust. **Crop Science**, v. 20, p. 812-814, 1980.
- SAKAMOTO, R. L. **Avaliação do efeito sinérgico de fosfito de manganês, manganês e cobre na eficácia do fungicida e na produtividade da cultura de milho (*Zea mays* L.)**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2009. Disponível em: <<http://www.usp.br/siicusp/Resumos/17Siicusp/resumos/5031.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2010.
- SANDINI, I. E.; FANCELLI, A. L. **Milho**: estratégias de manejo para a região sul. Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 2000.
- SANGOI, L. et al. Incidência e severidade de doenças de quatro híbridos de milho cultivados com diferentes densidades de plantas. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 17-21, 2000.
- SANTOS, P. G. et al. Avaliação do desempenho agronômico de híbridos de milho em Uberlândia, MG. **Pesq. Agropec. Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 5, p. 597-602, 2002.

- SAWAZAKI, E. et al. Reação de cultivares de milho à mancha de *Phaeosphaeria* no Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, n. 6, p. 585-589, jun. 1997.
- SHANER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 67, p. 1051-1056, 1977.
- SHURTLEFF, M. C. Compendium of Corn Diseases. 2<sup>nd</sup> ed. St. Paul: APS Press, 1980.
- SHURTLEFF, M.C. (Ed.) **Compendium of corn diseases**. 2. ed. St. Paul: American Phytopathological Press, 1992.
- SILVA, H. P. Incidência de doenças fúngicas na 'safrinha'. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO 'SAFRINHA', 4., 1997, Campinas. **Anais...** Assis: IAC/CDV, 1997. p. 81-86.
- SILVA, H. P.; MORO, J. R. Diallel analysis of maize resistance to *Phaeosphaeria maydis*. **Sci. Agric.**, Piracicaba, v. 61, n. 1, p. 36-42, jan./fev. 2004.
- SILVA, I. L. S. S. et al. Efeito de nutrientes combinados com indutores de resistência na proteção contra a vassoura-de-bruxa no cacauzeiro. **Ciênc. Agrotec.**, 2008. Disponível em: Acesso em: 22 de out. 2010.
- 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**, Saint Paul, v. 79, n. 9, p. 921-926, 1989.
- SÔNEGO, O. R.; GARRIDO, L. R.; CZERMAINSKI, A. B. C. **Avaliação do Fosfito de Potássio no controle do míldio da videira**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 11).
- SÔNEGO, O. R.; GARRIDO, L. R.; GAVA, R. **Ferrugem da videira no Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. (Comunicado Técnico, 62).
- SPEISER, B. et al. Control of downy mildew of grapevine with potassium phosphonate: effectivity and phosphonate residues in wine. **Biological Agriculture and Horticulture**, Bicester, v. 17, n. 4, p. 305-312, 1999.
- TEHON, L.R.; DANIELS, E. Notes on parasitic fungi of Illinois. **Mycologia**, Lancaster, v. 17, n. 3, p. 240-249, 1925.
- THOMPSON, T. L.; PEART, R. M.; FOSTER, G. H. Mathematical simulation of corn drying a new model. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, v. 11, n. 4, p. 582-586, 1968.

TRENTO, S. M. et al. Efeito da rotação de culturas, da monocultura e da densidade de plantas na incidência de grãos ardidos em milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, n. 4, p. 609-613, 2002.

VENTURA, J. A.; RESENDE, I. C. **Doenças do milho**. In: Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária. Manual técnico para a cultura do milho no estado do Espírito Santo. Vitória: EMCAPA, 1996. p. 151-167.

VIÉGAS, A. P. **Alguns fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Agronomia, 1945. (Boletim 8).

WARD, J. M. J.; BIRCH, E. B.; NOWELL, D. C. **Grey leaf spot on maize**. Pietermaritzburg: Cedara Agric. Develop. Inst., 1994.

WARD, J. M. J. et al. Gray leaf spot – A disease of global importance in maize production. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 83, n. 10, p. 884-895, 1999.

WHITE, D.G. **Compendium of corn diseases**. 3<sup>th</sup> ed. Saint Paul: American Phytopathological Society, 1999.

WHITE, D. G. (Ed.). **Compendium of corn diseases**. 3. ed. St. Paul: American Phytopathological Society, 2000.

WICKS, T. J.; MARGARET, P. A. Avaliação do fosfito de potássio como fungicida. In: CONFERÊNCIA PARA PROTEÇÃO DAS PLANTAS, 1990, Brighton. **Anais...** Brighton: Fosfitos Pesquisas, 1990. p. 19-25.

WILD, B. L.; WILSON, C. L.; WINLEY, E. L. Apple host defense reactions as affected by cycloheximide, phosphonate, and citrus green mould, *Penicillium digitatum*. **ACIAR Proceedings Series**, Collingwood, v. 80, n. 4, p. 155-161, 1998.

WILSON, J. H.; CLOWES, M. S. J.; ALLISON, J. C. S. Growth and yield of maize at different altitudes in Rhodesia. **Annals of Applied Biology**, Wellesbourne, v. 73, n. 1, p. 77-84, 1973.

ZAMBOLIM, L. et al. Sistema plantio direto e doenças em plantas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, n. 4, p. 585-595, 2000.

## **APÊNDICE**

## APÊNDICE A

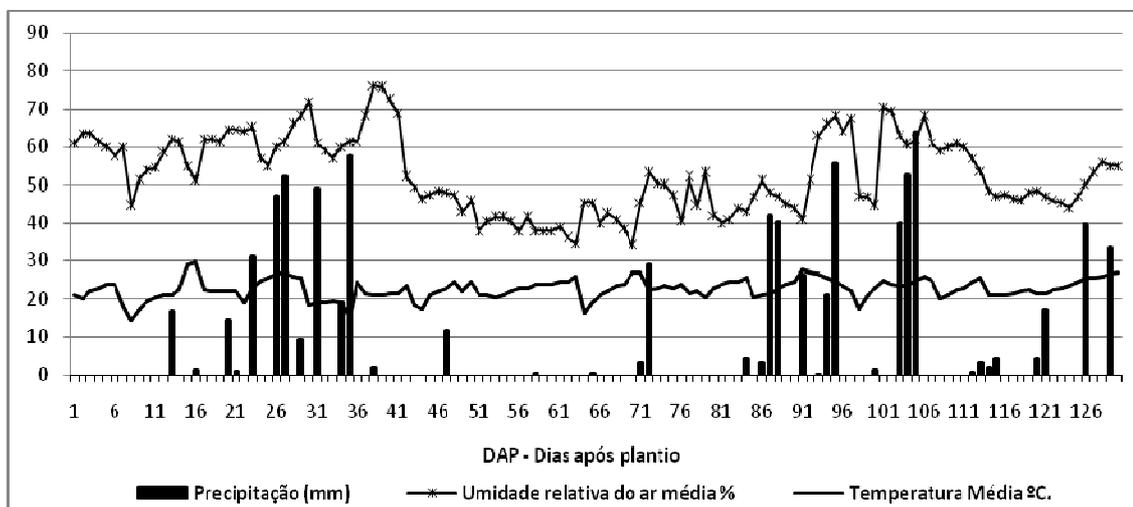


Figura 1A – Dados climáticos do experimento I, conduzido no período de 08/10/2008 a 18/03/2009, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR.

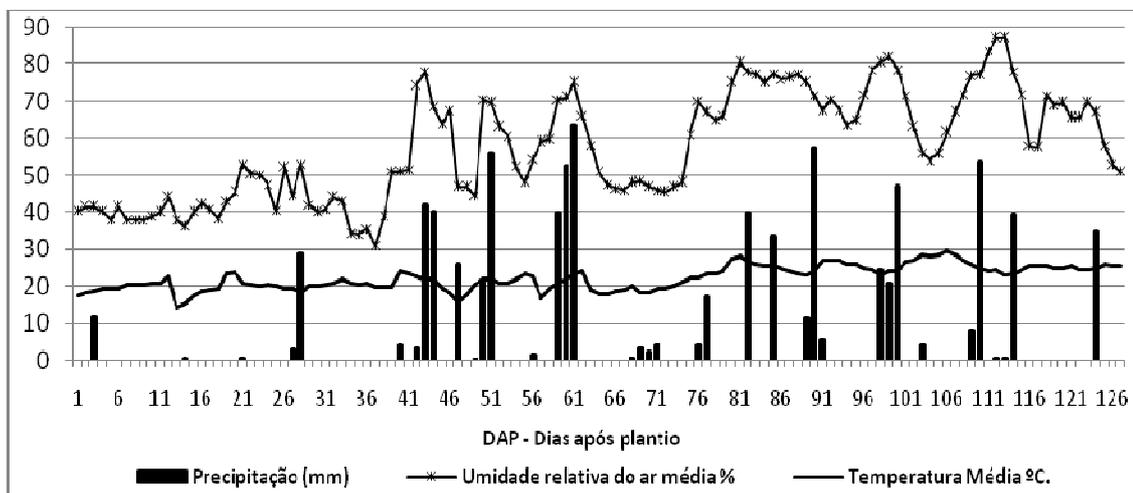


Figura 2A – Dados climáticos do experimento II, conduzido no período de 18/11/2008 a 16/04/2009, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR.

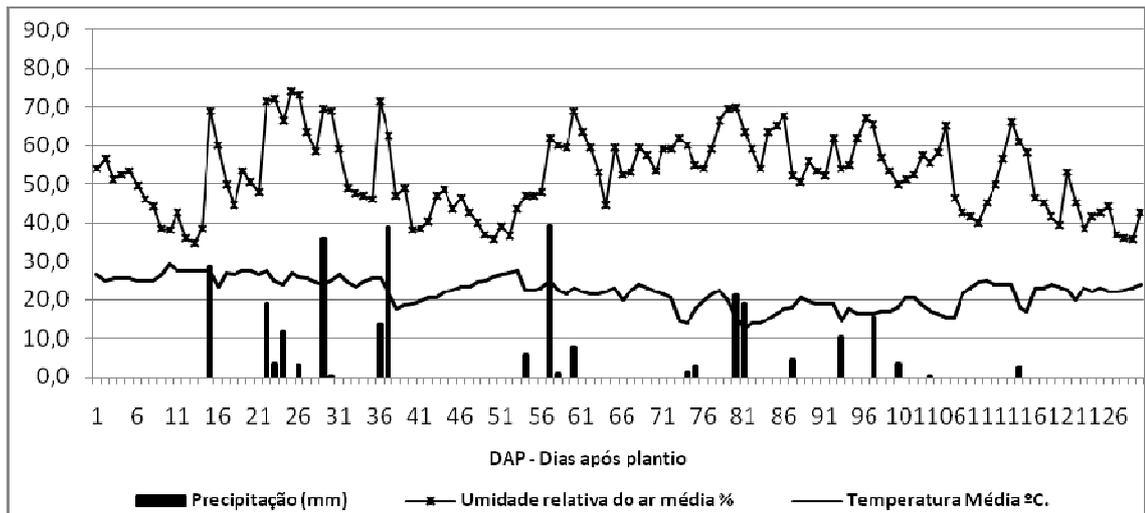
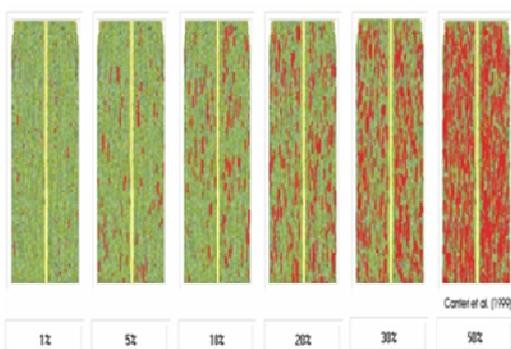


Figura 3A – Dados climáticos do experimento III, conduzido no período de 01/03/2010 a 16/08/2010, no Centro Tecnológico da Cocari. Mandaguari – PR.

## Escalas diagramáticas:

Canteri

Ferrugem



Agroceres

Mancha de cercospora

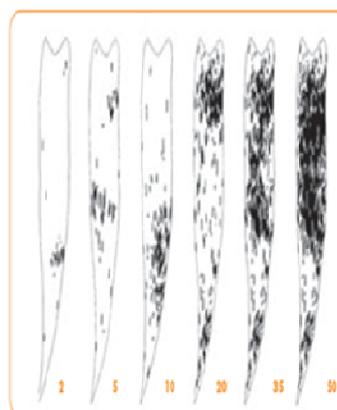
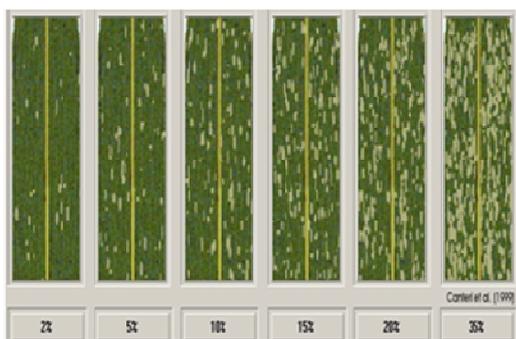


Figure 11. Scale used to assess the percentage of leaf area affected by gray leaf spot. From: Smith, K.J. 1989 Epidemiology of gray leaf spot of field corn caused by *Cercospora zeae-maydis*, Ph.D. thesis, University of Maryland.

Mancha branca



Helmintosporiose

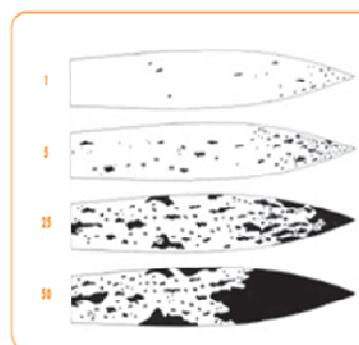


Figure 10. A diagrammatic representation of the percentage of leaf area covered by lesions of southern corn leaf blight. Illustrations such as this are used to evaluate disease severity on corn leaves. From: James, C. 1971. A manual of assessment keys for plant diseases, The American Phytopathological Society, 2340 Pilot Knob Rd., St. Paul, MN 55121.

Figura 4A – Escalas diagramáticas Canteri e Agroceres, utilizadas para avaliação da severidade das doenças.



Figura 5A – Figura demonstrativa da metodologia de amostragem das folhas nas plantas de milho.

T1 Fosfito 2,0 L.ha <sup>-1</sup> (V6).....	R\$ 24,00
T2 Fosfito 2,0 L.ha <sup>-1</sup> (V10).....	R\$ 24,00
T3 Fosfito 1,0 L.ha <sup>-1</sup> (V6 e V10).....	R\$ 34,00
T4 Fosfito 2,0 L.ha <sup>-1</sup> (V6 e V10).....	R\$ 58,00
T5 Fosfito 1,0 L.ha <sup>-1</sup> (V6) e	
Fungicida 0,6 L.ha <sup>-1</sup> .....	R\$ 70,00
T6 Fungicida 0,6 L.ha <sup>-1</sup> .....	R\$ 48,00

Figura 6A – Custo dos tratamentos.