

CONTROLE DE DOENÇAS FOLIARES DO MILHO COM FOSFITO DE POTÁSSIO

João Batista Gonçalves Dias da Silva^{1*}; Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada²; Dauri José Tessmann²; Lia Maria Moterle³; Camila Rocco da Silva⁴

SAP 17722 Data envio: 04/09/2017 Data do aceite: 08/01/2018
Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 17, n. 1, jan./mar., p. 127-138, 2018

RESUMO - Esse estudo teve como objetivo avaliar a eficiência da aplicação de fosfito de potássio (PHOS UP PK 28-26[®]) em diferentes doses e estádios de crescimento da planta para o controle de *Phaeosphaeria maydis*, *Cercospora zae-maydis* e *Exserohilum turcicum* na cultura do milho 2^a safra, bem como a produtividade dos híbridos. Dois experimentos distintos com fosfito, testemunha sem aplicação e fungicida epoxiconazole + piraclostrobina (Ópera[®]), foram conduzidos nas safras agrícolas, 2008/2009 e 2010, no mesmo local. O delineamento experimental foi em blocos completos, com tratamentos ao acaso e quatro repetições. Foram avaliadas a severidade das doenças com escala diagramática e a produtividade. Foram observados diferentes comportamentos de acordo com a cultivar e as safras avaliadas, no entanto, o fosfito diminuiu a severidade das doenças foliares de milho. O tratamento 2,0 L ha⁻¹ nos estágios V6 e V10 apresentou controle intermediário entre o fungicida e a testemunha sem aplicação, reduzindo a severidade das doenças avaliadas. Os tratamentos com fungicida promoveram incremento de produtividade.

Palavras-chave: cercospora, helmintosporiose, *Exserohilum turcicum*, mancha branca, *Phaeosphaeria maydis*.

CONTROL OF FOLIAR DISEASES IN CORN WITH POTASSIUM PHOSPHITE

ABSTRACT - This study had the objective to evaluate the efficiency of potassium phosphite applications (PHOS UP PK 28-26[®]) in different dosages and plant growth stages to control of *Phaeosphaeria maydis*, *Cercospora zae-maydis* e *Exserohilum turcicum* in corn crop in a short season, as well as productivity of hybrids. Two experiments with phosphite, besides control treatments with no application and other with fungicide epoxiconazol + piraclostrobin (Opera[®]), were carried out to agricultural seasons through, 2008-2010, in the same place. The experimental design was in complete blocks, with random treatment on four repetitions. It was evaluated the disease severity with a diagrammatic scale and productivity. It was observed different performance according to cultivar and seasons evaluated. However, phosphite reduced the disease severity to corn leaves. The treatment 2.0 L ha⁻¹ to stages V6 and V10 presented an intermediate control between fungicide and control with no application, decreasing the severity of evaluated diseases. The treatments with fungicide increased the productivity.

Keywords: cercospora, helmintosporiose, *Exserohilum turcicum*, white spot, *Phaeosphaeria maydis*.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) desempenha função estratégica na cadeia produtiva da proteína animal e alimentação humana. O Brasil é atualmente o terceiro maior produtor mundial, com mais de 84,73 milhões de toneladas produzidas na última safra (CONAB, 2015). Entretanto, mesmo exportando anualmente 20% de sua produção, o Brasil apresenta uma das produtividades mais baixas entre os exportadores mundiais (ABRAMILHO, 2015).

Neste contexto, a ocorrência de doenças vem se tornando mais intensa a cada ano, causando elevados

prejuízos aos produtores, principalmente pelo aumento de cultivo do milho em áreas irrigadas, ausência de rotação de culturas, utilização de cultivares suscetíveis e ampliação das épocas de cultivo (1^a e 2^a safras), sendo que a falta de rotação de culturas e o plantio de segunda safra contribuem para o aumento da sobrevivência dos fitopatógenos no campo (COSTA et al., 2009).

Shioga (2009) relatou que as doenças de maior ocorrência no Paraná são cercosporiose ou mancha de cercospora (*Cercospora zae-maydis* Tehon and Daniels), ferrugem-polissora (*Puccinia polysora* Underw), antracnose (*Colletotrichum graminicola* (Ces.) Wils),

¹Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Coordenador do Centro Tecnológico da Cocari, BR 376, Km 395, CEP 86975-000, Mandaguari, Paraná, Brasil. E-mail: jbgdias@gmail.com. *Autor para correspondência.

²Engenheiro Agrônomo, Professor(a) Doutor(a), Universidade Estadual de Maringá (UEM), Av. Colombo, 5790, CEP 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. E-mail: krfsestrada@uem.br; djtessmann@uem.br

³Engenheira Agrônoma, Professora Doutora, Centro Universitário Ingá (Uningá), Rodovia PR 317, 6114, CEP 87035-510, Maringá, Paraná, Brasil. E-mail: lmoterle@hotmail.com

⁴Engenheira Agrônoma, Mestranda em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Av. Colombo, 5790, CEP 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. E-mail: camila_rocco@hotmail.com

ferrugem-branca (*Physopella zae* (Mains) Cumm & Ramachar), mancha branca (*Phaeosphaeria maydis* (Henn.) Rane, Payak and Renfro), ferrugem comum (*Puccinia sorghi* Schw) e helmintosporiose (*Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard and Suggs).

Os fosfitos na agricultura têm se destacado pelo baixo custo relativo da matéria-prima, pela melhoria do estado nutricional das plantas, devido à absorção mais rápida de fósforo pela planta em comparação com produtos à base de fosfato e pela prevenção e controle das doenças nas plantas, tanto a campo, como em pós-colheita. Os fosfitos têm sido utilizados para o controle de doenças de diversas culturas, tais como ferrugem da videira, ferrugem e oídio do trigo, míldio da soja e podridão em maçãs, apresentado resultados promissores no controle também de outros patógenos, inclusive o míldio da videira (SANTOS et al., 2011).

Diferentes fontes de fosfitos e o acibenzolar-S-metil (ASM) foram utilizados, isoladamente ou associados à piraclostrobina + epiconazole, para o controle de *Drechslera tritici-repentis* (Died.) Drechs, *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker, *Puccinia triticina* Erikss. and Henn. e *Blumeria graminis* em trigo e os autores verificaram que quando o fosfito foi aplicado isoladamente, não apresentou controle das doenças, porém, quando associado ou não ao ASM ou ao fungicida, houve controle das doenças (SANTOS et al., 2011). Na pós-colheita, Blum et al. (2007) observaram o controle de *Penicillium expansum* Link ex. Thom em maçã; Silva et al. (2014) utilizaram fosfitos de potássio e de cálcio, além de outros produtos alternativos, para o controle de *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* em pimentão pós-colheita e verificaram a eficiência dos

fosfitos na redução da severidade da podridão mole em pimentão.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da aplicação de fosfito de potássio em diferentes doses e estádios de crescimento da planta para o controle de mancha branca, mancha de cercóspera e helmintosporiose na cultura do milho safrinha.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em duas safras agrícolas, 2008/2009 e 2010, no Centro Tecnológico da Cocari (CTC), localizado no município de Mandaguari (PR), sob coordenadas geográficas de 23°30.525' sul, longitude 51°42.860' oeste, altitude média de 655 m, solo classificado como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico e relevo plano.

A semeadura foi realizada nos dias 18/11/2008 e 01/03/2010, para as respectivas safras. Os tratamentos constituíram-se das combinações dos fatores híbridos de milho (AG 9040, AG 7010), estádios fenológicos e de pulverização foliar de fosfito de potássio (PHOS UP PK 28-26®), 28% em m.m⁻¹ de P₂O₅ e fungicida epoxiconazole + piraclostrobina (Ópera®), conforme descrito na Tabela 1.

O delineamento experimental foi em blocos completos, com tratamentos ao acaso e quatro repetições. Cada parcela consistiu de oito linhas de 4,0 m de comprimento, espaçadas de 0,90 m entre linhas, tendo uma área útil de 10,8 m². Foram avaliadas a severidade, com escalas diagramáticas, das doenças mancha de cercóspera, helmintosporiose (AGROCERES, 1993) e mancha branca (CANTERI; ANDRADE, 1999), além da produtividade da cultura do milho.

TABELA 1 - Tratamentos foliares utilizados nos experimentos e estágio fenológico da aplicação.

	Tratamentos	Estádio Fenológico
T1	Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹)	V6
T2	Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹)	V10
T3	Fosfito de potássio (1,0 L ha ⁻¹)	V6 e V10
T4	Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹)	V6 e V10
T5	Fosfito de potássio (1,0 L ha ⁻¹)	V6
T6	Fungicida (0,6 L ha ⁻¹) + óleo mineral 0,5 (%)	V10
T7	Testemunha absoluta (sem aplicação)	-

As condições climáticas no período dos experimentos conduzido nas safras 2008/2009 e 2010 estão representadas na Figura 1. Os dados obtidos nos experimentos foram submetidos à análise de variância individual para as safras agrícolas, para a verificação da possível realização da análise conjunta. Após, procedeu-se a análise conjunta, haja visto o atendimento da razão entre os quadrados médios residuais (QMR) de 7:1 (BANZATTO; KRONKA, 1989).

Para as safras e os cultivares empregou-se o teste F, a 5% de probabilidade de erro. Foi utilizado o teste de agrupamento de médias de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade de erro, para comparar os tratamentos em cada combinação de níveis de cultivares e safras. Para análise da severidade das doenças os dados originais foram transformados em $\sqrt{(y+1,0)}$. Foi utilizado o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

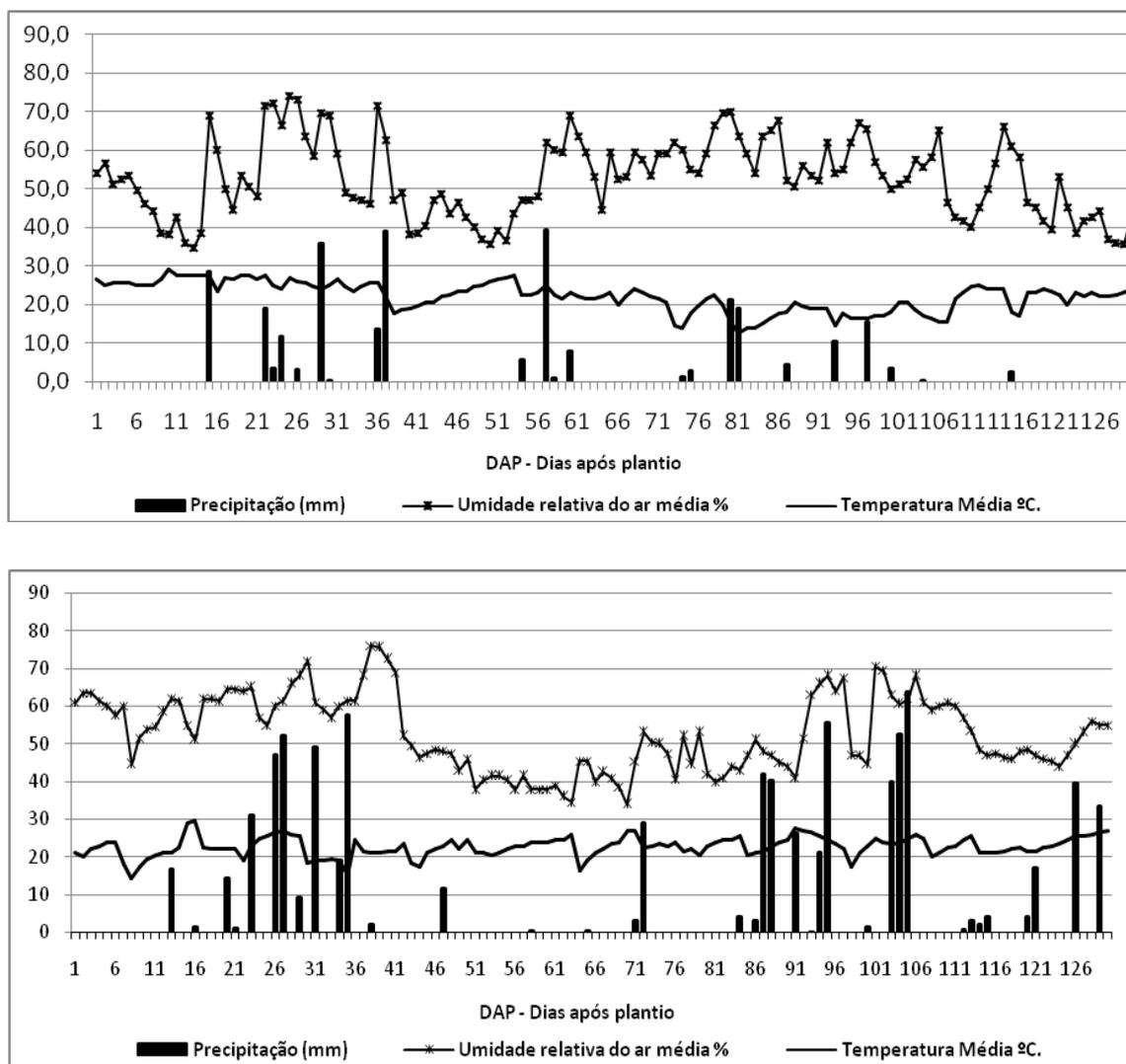


FIGURA 1 - Dados climáticos no período dos experimentos conduzido nas safras 2008/09 (A) e safra 2010 (B), no Centro Tecnológico da Cocari, Mandaguari (PR).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No estudo comparativo da severidade de mancha branca em função dos tratamentos com uso de fosfito (Tabela 2), observaram-se diferentes comportamentos de acordo com a cultivar e as safras avaliadas. Para a cultivar AG 9040 nas duas safras, a menor severidade ocorreu no tratamento de fosfito seguido do fungicida (T5), enquanto que para a cultivar AG 7010, safra 2010, esse mesmo tratamento e o tratamento com o uso de fungicida (T5 e T6) foram mais eficientes em diminuir a severidade da mancha branca em relação aos demais tratamentos.

O tratamento com fosfito com duas aplicações (T4) demonstrou controle estatisticamente superior à

testemunha e inferior e igual ao tratamento fungicida. Os resultados obtidos foram, em parte, semelhantes aos observados por Jardine e Laca-Buêndia (2009). Esses autores, 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 severidade, viabilizando a utilização de fungicidas para este patógeno. Wordell Filho e Stadnik (2006), estudando a mancha acinzentada e a qualidade das mudas de cebola, constataram que o fosfito aplicado no estágio adequado da planta, associado ou não a outros produtos, reduz a severidade da doença.

TABELA 2 - Resultados médios para o desdobramento da interação para a severidade de mancha branca (*Phaeosphaeria maydis/Pantoea ananatis*), em dois cultivares de milho, em resposta aos tratamentos. Mandaguari, PR, safras 2008/09 e 2010.

Tratamentos	Cultivares de milho	
	Severidade (%)	
Safra 2008/09	AG 9040	AG 7010
T1 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V6)	1,67 bB*	1,01 aA
T2 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V10)	1,89 cB	1,02 aA
T3 - Fosfito de potássio (1,0 L ha ⁻¹) (V6 e V10)	1,95 cB	1,02 aA
T4 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V6 e V10)	1,72 bB	1,01 aA
T5 - Fosfito de potássio (1,0 L ha ⁻¹) (V6) e fungicida (0,6 L ha ⁻¹) + óleo mineral (0,5%) (V10)	1,46 aB	1,05 aA
T6 - Fungicida (0,6 L ha ⁻¹) + óleo mineral (0,5 %) (V10)	1,72 bB	1,04 aA
T7 - Testemunha	1,97 cB	1,07 aA
Safra 2010	AG 9040	AG 7010
T1 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V6)	2,07 dB	1,39 dA
T2 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V10)	1,89 cB	1,35 dA
T3 - Fosfito de potássio (1,0 L ha ⁻¹) (V6 e V10)	2,11 dB	1,19 bA
T4 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V6 e V10)	1,78 bB	1,25 cA
T5 - Fosfito de potássio (1,0 L ha ⁻¹) (V6) e fungicida (0,6 L ha ⁻¹) + óleo mineral (0,5%) (V10)	1,68 bB	1,05 aA
T6 - Fungicida (0,6 L ha ⁻¹) + óleo mineral (0,5%) (V10)	1,55 aB	1,03 aA
T7 - Testemunha	2,09 dB	1,47 dA

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelos testes de Scott-Knott (1974) e teste F, respectivamente, a 5% de significância. Dados originais apresentados para análise estatística foram transformados em $\sqrt{(y+1,0)}$.

Na análise dos dados da Tabela 3, verificou-se que, de forma geral, a severidade da mancha branca foi significativamente inferior na safra 2008/09, provavelmente devido às condições ambientais menos favoráveis ao desenvolvimento da doença (Figura 1A). Nas duas safras avaliadas, o cultivar AG 7010 foi mais resistente à mancha branca, possivelmente devido ao genótipo ser moderadamente resistente a essa doença e mais resistente que a outra cultivar testada.

Em relação aos resultados de severidade de mancha de cercospora (Tabela 4), notou-se que na safra 2008/09 os tratamentos utilizados em ambas as cultivares não foram eficientes, possivelmente devido às condições ambientais (Figura 1A) que não favoreceram maior ocorrência da doença. Isto pode ser comprovado pela severidade da doença no tratamento testemunha com baixos valores registrados.

Na safra de 2010, porém, os resultados foram similares aos observados para a mancha branca, ou seja, as plantas submetidas à aplicação de fungicida associado com o fosfito apresentaram menor índice de severidade de

mancha de cercospora. O tratamento com fosfito em duas aplicações (T4) foi superior à testemunha e aos demais tratamentos com fosfito. Resultados semelhantes foram encontrados por Nascimento et al. (2008), ao avaliarem fontes de fosfito de potássio na cultura do tomate industrial, verificaram que algumas formulações de fosfito (Nutriplite® para mancha bacteriana e Hortiplus® para talo oco) reduziram a incidência ou severidade de doenças bacterianas.

Töfoli et al. (2012) estudaram o efeito do fosfito de potássio isolado e em mistura com fungicidas no controle da requeima do tomateiro e verificaram que o uso de dimetomorfe + mancozebe + fosfito de potássio reduziu a severidade da doença quando comparado à aplicação isolada de mancozebe, de fosfito de potássio ou da mistura mancozebe + fosfito de potássio. A mistura entre mancozebe e fosfito de potássio proporcionou maior controle da requeima em relação ao uso isolado. Essa constatação demonstra o efeito promissor de fosfito de potássio em associação com outros produtos no controle de doenças de plantas.

TABELA 3 - Resultados médios para o desdobramento da interação para a severidade de mancha branca (*Phaeosphaeria maydis/Pantoea ananatis*), em duas cultivares de milho, em resposta aos tratamentos. Mandaguari (PR), safras 2008/09 e 2010.

Tratamentos	Cultivares de milho	
	Severidade (%)	
Safra 2008/09	AG 9040	AG 7010
T1 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V6)	1,67 b*	1,01 a
T2 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V10)	1,89 c	1,02 a
T3 - Fosfito de potássio (1,0 L ha ⁻¹) (V6 e V10)	1,95 c	1,02 a
T4 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V6 e V10)	1,72 b	1,01 a
T5 - Fosfito de potássio (1,0 L ha ⁻¹) (V6) e fungicida (0,6 L ha ⁻¹) + óleo mineral (0,5%) (V10)	1,46 a	1,05 a
T6 - Fungicida (0,6 L ha ⁻¹) + óleo mineral (0,5 %) (V10)	1,72 b	1,04 a
T7 - Testemunha	1,97 c	1,07 a
Safra 2010		
T1 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V6)	2,07 d	1,39 b
T2 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V10)	1,89 c	1,35 b
T3 - Fosfito de potássio (1,0 L ha ⁻¹) (V6 e V10)	2,11 d	1,19 b
T4 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V6 e V10)	1,78 b	1,25 b
T5 - Fosfito de potássio (1,0 L ha ⁻¹) (V6) e fungicida (0,6 L ha ⁻¹) + óleo mineral (0,5%) (V10)	1,68 b	1,05 a
T6 - Fungicida (0,6 L ha ⁻¹) + óleo mineral (0,5%) (V10)	1,55a	1,03a
T7 - Testemunha	2,09d	1,47c

*Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade de erro. Dados originais apresentados para análise estatística foram transformados em $\sqrt{(y+1,0)}$.

Foi possível observar também, na comparação das cultivares (Tabela 4) que, na safra 2008/2009, o tratamento com fosfito na dose de 1,0 L ha⁻¹ aplicado em V6 e V10 e o tratamento somente com fungicida apresentaram menor severidade da mancha de cercospora. Buffara et al. (2013),

ao testarem a atividade de fosfito de potássio sobre a infecção de *Phakopsora euvtis* Diet. e Syd em folhas de videira, também verificaram redução da doença em até aproximadamente 50% quando comparado ao tratamento com tebuconazole.

TABELA 4 - Resultados médios para o desdobramento da interação para a severidade de mancha de cercospora (*Cercospora zea-maydis*), em dois cultivares de milho, em resposta aos tratamentos. Mandaguari (PR), safras 2008/09 e 2010.

Tratamentos	Cultivares de milho	
	Severidade (%)	
Safra 2008/09	AG 9040	AG 7010
T1 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V6)	1,22 bA*	1,18 bA
T2 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V10)	1,12 bA	1,19 bA
T3 - Fosfito de potássio (1,0 L ha ⁻¹) (V6 e V10)	1,04 aA	1,21 bB
T4 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V6 e V10)	1,12 bA	1,14 bA
T5 - Fosfito de potássio (1,0 L ha ⁻¹) (V6) e fungicida (0,6 L ha ⁻¹) + óleo mineral (0,5%) (V10)	1,03 aA	1,04 aA
T6 - Fungicida (0,6 L ha ⁻¹) + óleo mineral (0,5 %) (V10)	1,00 aA	1,16 bB
T7 - Testemunha	1,04 aA	1,10 aA
Safra 2010	AG 9040	AG 7010
T1 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V6)	1,97 dB	1,73 bA
T2 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V10)	1,93 dB	1,68 bA
T3 - Fosfito de potássio (1,0 L ha ⁻¹) (V6 e V10)	1,90 dB	1,66 bA
T4 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V6 e V10)	1,65 cA	1,66 bA
T5 - Fosfito de potássio (1,0 L ha ⁻¹) (V6) e fungicida (0,6 L ha ⁻¹) + óleo mineral (0,5%) (V10)	1,18 aA	1,10 aA
T6 - Fungicida (0,6 L ha ⁻¹) + óleo mineral (0,5 %) (V10)	1,33 bB	1,05 aA
T7 - Testemunha	1,99 dB	1,78 bA

*Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelos testes de agrupamento de Scott-Knott (1974) e teste F, respectivamente, a 5% de probabilidade de erro. Dados originais apresentados para análise estatística foram transformados em $\sqrt{(y+1,0)}$.

Quando se comparam as duas safras, verificam-se diferenças significativas em praticamente todos os tratamentos testados (Tabela 5). A severidade da mancha de cercospora foi significativamente maior na safra 2010 e,

nesse caso, houve destaque para a cultivar AG 7010 (Tabela 4) com menores valores de severidade, o que pode ser justificado por sua característica genética, a qual é considerada tolerante à mancha de cercospora.

TABELA 5 - Resultados médios para o desdobramento da interação para a severidade de cercospora, em dois cultivares de milho, em resposta aos tratamentos. Mandaguari (PR), safras 2008/09 e 2010.

Tratamentos	Cultivares de milho	
	Severidade (%)	
	AG 9040	AG 7010
	T1 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V6)	
Safra 2008/09	1,22 a*	1,18 a
Safra 2010	1,97 b	1,73 b
	T2 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V10)	
Safra 2008/09	1,12 a	1,19 a
Safra 2010	1,93 b	1,68 b
	T3 - Fosfito de potássio (1,0 L ha ⁻¹) (V6 e V10)	
Safra 2008/09	1,04 a	1,21 a
Safra 2010	1,90 b	1,66 b
	T4 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V6 e V10)	
Safra 2008/09	1,12 a	1,14 a
Safra 2010	1,65 b	1,66 b
	T5 - Fosfito de potássio (1,0 L ha ⁻¹) (V6) e Fungicida (0,6 L ha ⁻¹) + óleo mineral (0,5%) (V10)	
Safra 2008/09	1,03 a	1,04 a
Safra 2010	1,18 b	1,10 a
	T6 - Fungicida (0,6 L ha ⁻¹) + óleo mineral (0,5%) (V10)	
Safra 2008/09	1,00 a	1,16 b
Safra 2010	1,33 b	1,05 a
	T7 - Testemunha	
Safra 2008/09	1,04 a	1,10 a
Safra 2010	1,99 b	1,78 b

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

Os tratamentos com doses e épocas de aplicação diferenciadas de fosfito de potássio e a interação genética dos diferentes híbridos de milho influenciaram de maneira diferenciada a severidade da helmintosporiose (Tabela 6). Na safra 2008/2009, não foram observadas diferenças significativas entre a severidade de helmintosporiose em função dos tratamentos, nos dois cultivares avaliadas.

Entretanto, na safra 2010, para o cultivar AG 9040 o tratamento com fosfito em duas aplicações (T4), associado ou não com fungicida (T5) e o uso somente de fungicida (T6) se destacaram no controle da doença, e, estatisticamente, apresentaram o mesmo desempenho. A utilização de fosfitos via foliar tem seu efeito justificado nem sempre pelo suprimento de nutrientes, mas devido à redução na severidade de doenças frente ao efeito protetor da adubação foliar a base de fosfito (THAO;

YAMAKAWA, 2009). Moreira e May de Mio (2009) constataram que o fosfito de potássio, aplicado via foliar em pessegueiro, tem efeito sobre a severidade da doença, mas não efeito direto sobre a produtividade.

Peruch e Bruna (2008) estudaram a relação entre doses de calda bordalesa e de fosfito potássico na intensidade do míldio e na produtividade da videira cv. 'Goethe'. Os autores verificaram que doses de 0,4% de calda bordalesa e 0,3% de fosfito controlaram a doença, pois reduziu em 98% e 94% a área abaixo da curva do progresso da doença, bem como diminuíram em 46% e 76% a incidência nos cachos, respectivamente. Desse modo, de acordo com os resultados ora obtidos, presume-se que a aplicação adequada de fosfito pode diminuir a severidade de helmintosporiose.

TABELA 6 - Resultados médios para o desdobramento da interação para a severidade de helmintosporiose, provenientes de dois cultivares de milho, em resposta aos tratamentos. Mandaguari (PR), safras 2008/09 e 2010.

Tratamentos	Cultivares de milho	
	Severidade (%)	
Safra 2008/09	AG 9040	AG 7010
T1 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V6)	1,04 aA*	1,11 aA
T2 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V10)	1,00 aA	1,00 aA
T3 - Fosfito de potássio (1,0 L ha ⁻¹) (V6 e V10)	1,05 aA	1,08 aA
T4 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V6 e V10)	1,06 aA	1,02 aA
T5 - Fosfito de potássio (1,0 L ha ⁻¹) (V6) e fungicida (0,6 L ha ⁻¹) + óleo mineral a 0,5 (%) (V10)	1,02 aA	1,02 aA
T6 - Fungicida (0,6 L ha ⁻¹) + óleo mineral (0,5%) (V10)	1,00 aA	1,00 aA
T7 - Testemunha	1,02 aA	1,13 aA
Safra 2010	AG 9040	AG 7010
T1 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V6)	1,41 cB	1,08 aA
T2 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V10)	1,19 bB	1,00 aA
T3 - Fosfito de potássio (1,0 L ha ⁻¹) (V6 e V10)	1,11 bA	1,08 aA
T4 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V6 e V10)	1,06 aA	1,00 aA
T5 - Fosfito de potássio (1,0 L ha ⁻¹) (V6) e fungicida (0,6 L ha ⁻¹) + óleo mineral a 0,5 (%) (V10)	1,01 aA	1,04 aA
T6 - Fungicida (0,6 L ha ⁻¹) + óleo mineral (0,5%) (V10)	1,02 aA	1,04 aA
T7 - Testemunha	1,17 bA	1,06 aA

*Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelos testes de agrupamento de Scott-Knott (1974) e teste F, respectivamente, a 5% de probabilidade de erro. Dados originais apresentados para análise estatística foram transformados em $\sqrt{(y+1,0)}$.

Pelos dados demonstrados na Tabela 7 praticamente não houve diferença na severidade de helmintosporiose entre as safras avaliadas. No Brasil, as maiores severidades desta enfermidade têm ocorrido em

plantios de safrinha. Em situações favoráveis ao desenvolvimento da doença, as perdas na produção podem chegar a 50%, quando o ataque começa antes do período de floração (COSTA et al., 2009).

TABELA 7 - Resultados médios para o desdobramento da interação para a variável severidade de helmintosporiose, provenientes de dois cultivares de milho, em resposta aos tratamentos. Mandaguari (PR), safras 2008/09 e 2010.

Tratamentos	Cultivares de milho	
	Severidade (%)	
	AG 9040	AG 7010
	T1 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V6)	
Safra 2008/09	1,04 a*	1,11 a
Safra 2010	1,41 b	1,08 a
	T2 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V10)	
Safra 2008/09	1,00 a	1,00 a
Safra 2010	1,19 b	1,00 a
	T3 - Fosfito de potássio (1,0 L ha ⁻¹) (V6 e V10)	
Safra 2008/09	1,05 a	1,08 a
Safra 2010	1,11 a	1,08 a
	T4 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V6 e V10)	
Safra 2008/09	1,06 a	1,02 a
Safra 2010	1,06 a	1,00 a
	T5 - Fosfito de potássio (1,0 L ha ⁻¹) (V6) e fungicida (0,6 L ha ⁻¹) + óleo mineral (0,5%) (V10)	
Safra 2008/09	1,02 a	1,02 a
Safra 2010	1,01 a	1,04 a
	T6 - Fungicida (0,6 L ha ⁻¹) + óleo mineral (0,5%) (V10)	
Safra 2008/09	1,00 a	1,00 a
Safra 2010	1,02 a	1,04 a
	T7 - Testemunha	
Safra 2008/09	1,02 a	1,13 a
Safra 2010	1,17 b	1,06 a

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

No estudo comparativo dentro dos tratamentos (Tabela 8), observou-se nas duas safras que a aplicação de fosfito, parcelado ou não, proporcionou a mesma produtividade, ora com a testemunha ora com a aplicação de fungicida para as duas cultivares testadas. Tais resultados corroboram aos obtidos em estudo conduzido por Thao e Yamakawa (2009), no qual demonstram incrementos de produtividade na soja com utilização de fosfitos via foliar. Tal constatação, segundo os autores, foi causada devido à redução na severidade de doenças frente ao efeito protetor da adubação foliar a base de fosfito. Os mesmos relatam que o fosfito pode atuar direta ou indiretamente sobre a doença, diretamente quando inibe o desenvolvimento do patógeno e, indiretamente, quando

induz na planta a produção de substâncias que atuarão contra o patógeno. Junqueira et al. (2011) observaram, em plantas de maracujazeiro tratadas com fosfito de potássio, aumento significativo na produtividade, na quantidade de frutos por planta e incremento no teor de sólidos solúveis.

No presente estudo verificou-se os mesmos resultados quanto a redução da porcentagem de severidade das doenças e aumento da produtividade, ao se comparar os diferentes tratamentos a base de fosfito, principalmente para o cultivar AG 9040. Em relação ao fosfito e sua influência na produtividade, conforme demonstrado na Tabela 8 observou-se resultados positivos em determinadas dosagens e épocas de aplicação para ambas as cultivares.

TABELA 8 - Resultados médios para o desdobramento da interação para produtividade, provenientes de dois cultivares de milho, em resposta aos tratamentos. Mandaguari (PR), safras 2008/09 e 2010.

Tratamentos	Cultivares de milho	
	Produtividade (kg ha ⁻¹)	
Safra 2008/09	AG 9040	AG 7010
T1 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V6)	6584,47 Ba*	6581,41 bA
T2 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V10)	6491,50 bB	7290,68 aA
T3 - Fosfito de potássio (1,0 L ha ⁻¹) (V6 e V10)	6942,59 aA	7055,65 aA
T4 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V6 e V10)	5969,91 bA	6311,89 bA
T5 - Fosfito de potássio (1,0 L ha ⁻¹) (V6) e fungicida (0,6 L ha ⁻¹) + óleo mineral (0,5%) (V10)	7032,88 aA	6830,58 bA
T6 - Fungicida (0,6 L ha ⁻¹) + óleo mineral (0,5%) (V10)	7218,10 aA	7440,77 aA
T7 - Testemunha	6830,88 aA	6758,83 bA
Safra 2010	AG 9040	AG 7010
T1 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V6)	6458,50 bA	5985,71 aA
T2 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V10)	6922,76 aA	5818,11 aB
T3 - Fosfito de potássio (1,0 L ha ⁻¹) (V6 e V10)	6540,70 bA	5392,93 bB
T4 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V6 e V10)	6232,99 bA	5357,94 bB
T5 - Fosfito de potássio (1,0 L ha ⁻¹) (V6) e fungicida (0,6 L ha ⁻¹) + óleo mineral (0,5%) (V10)	7210,26 aA	5992,70 aB
T6 - Fungicida (0,6 L ha ⁻¹) + óleo mineral (0,5%) (V10)	7307,27 aA	6479,48 aB
T7 - Testemunha	6500,54 bA	5866,85 aA

*Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelos testes de agrupamento de Scott-Knott (1974) e teste F, respectivamente, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Na comparação das safras (Tabela 9), notou-se que o cultivar AG 7010 obteve maior produtividade em praticamente todos os tratamentos testados na safra 2008/2009. Nessa situação, sugere-se que esta cultivar responde com mais facilidade a mudanças no ambiente em que é cultivada.

Por outro lado, analisando a produtividade entre as duas cultivares avaliadas, na safra 2010 houve discrepância dos resultados, ou seja, observou-se pouca relação entre a severidade das doenças (Tabelas 3, 5 e 7) com aumento da produtividade. Para as três doenças avaliadas, de um modo geral, houve menor severidade para

o cultivar AG 7010. No entanto, o fato deste cultivar apresentar maior potencial com relação à resistência às doenças testadas, os melhores resultados de produtividade na safra de 2010 foram observados na cultivar AG 9040.

Possivelmente, isso ocorre devido o potencial de rendimento do cultivar AG 9040 ser maior que o cultivar AG 7010, e a resistência às doenças desta variedade, provavelmente, não conferiu incremento de rendimento para essa cultivar. Novos estudos devem ser conduzidos para esclarecer as dúvidas que ainda persistem em relação ao efeito dos fosfitos no controle de doenças e na produtividade da cultura do milho.

TABELA 9 - Resultados médios para o desdobramento da interação para a variável produtividade, provenientes de dois cultivares de milho, em resposta aos tratamentos. Mandaguari (PR), safras 2008/09 e 2010.

Tratamentos	Cultivares de milho	
	Produtividade (kg ha ⁻¹)	
	AG 9040	AG 7010
	T1 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V6)	
Safra 2008/09	6584,47 a*	6581,41 a
Safra 2010	6458,50 a	5985,71 a
	T2 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V10)	
Safra 2008/09	6491,50 a	7290,68 a
Safra 2010	6922,76 a	5818,11 b
	T3 - Fosfito de potássio (1,0 L ha ⁻¹) (V6 e V10)	
Safra 2008/09	6942,59 a	7055,65 a
Safra 2010	6540,70 a	5392,93 b
	T4 - Fosfito de potássio (2,0 L ha ⁻¹) (V6 e V10)	
Safra 2008/09	5969,91 a	6311,89 a
Safra 2010	6232,99 a	5357,94 b
	T5 - Fosfito de potássio (1,0 L ha ⁻¹) (V6) e fungicida (0,6 L ha ⁻¹) + óleo mineral (0,5%) (V10)	
Safra 2008/09	7032,88 a	6830,58 a
Safra 2010	7210,26 a	5992,70 b
	T6 - Fungicida (0,6 L ha ⁻¹) + óleo mineral (0,5%) (V10)	
Safra 2008/09	7218,10 a	7440,77 a
Safra 2010	7307,27 a	6479,48 b
	T7 - Testemunha	
Safra 2008/09	7307,27 a	6479,48 a
Safra 2010	6500,54 a	5866,85 b

*Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade de erro.

CONCLUSÕES

O fosfito de potássio diminuiu a severidade de *Phaeosphaeria maydis* nas duas safras avaliadas, já *Cercospora zae-maydis* teve sua severidade controlada e diminuída apenas na safra de 2010, sendo que na safra de 2008/2009 os tratamentos não foram eficientes em ambas as cultivares. Na safra de 2008/2009 não houve diminuição da severidade de *Exserohilum turcicum*, porém, na safra seguinte os tratamentos se mostraram eficientes. O tratamento 2 L ha⁻¹ nos estágios V6 e V10 apresentou controle intermediário entre o fungicida e a testemunha, reduzindo a severidade das doenças avaliadas. O tratamento com fungicida promoveu incremento de produtividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMILHO. Associação Brasileira dos Produtores de Milho. Disponível em: <<http://www.abramilho.org.br>>. Acesso em: 17 fev. 2018.

AGROCERES. Guia Agroceres de sanidade. São Paulo: Sementes Agroceres, 1996. 72p.

BANZATTO, A.D.; KRONKA, S.N. Experimentação agrícola. Jaboticabal: FUNEP, 1989. 249p.

BUFFARA, C.R.S.; ANGELOTTI, F.; TESSMANN, D.J.; SOUZA, C.D. de; VIDA, J.B. Atividade de fosfito de potássio na pré e pós-infecção de *Phakopsora euvitis* em folhas de videira. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n.6, supl.1, p.3333-3340, 2013.

CANTERI, M.G.; ANDRADE, E.C. Software para auxiliar em estimativas de severidade de doenças de milho. In: CONGRESSO E MOSTRA DE AGRO-INFORMÁTICA, 1999. **Anais...**Campinas. Embrapa, p.18-24, 1999.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, safra 2014/2015: décimo primeiro levantamento, agosto 2015. Brasília, v.2, n.11, p.59-67, 2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_08_11_08_55_08_boletim_graos_agosto_2015.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2018.

- COSTA, R.V. da; CASELA, C.R.; COTA, L.V. **Cultivo do milho: doenças e sistemas de produção 2**, Embrapa Milho e Sorgo (CNPMS), versão eletrônica. 5ª ed., 2009. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_5_ed/autores.htm>. Acesso em: 14 mar. 2018.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- JARDINE, D.F.; LACA-BUÊNDIA, 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.
- JUNQUEIRA, A.; FALEIRO, F.G.; UESUGI, C.H.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BELLON, G.; SANTOS, E.C.; RAMOS, L.N. Desempenho agrônomico de maracujazeiros tratados com produtos alternativos e fertilizantes foliares. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.1, p.40-47, 2011.
- MOREIRA, L.M.; MAY DE MIO, L.L. Controle da podridão parda do pessegueiro com fungicidas e fosfitos avaliados em pré e pós-colheita. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.2, p.405-411, 2009.
- NASCIMENTO, A.R.; FERNANDES, M.P.; ROCHA, R.M.; SILVA, E.A. Fontes de fosfito e acibenzolar-s-metil no controle de doenças e produtividade do tomateiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.24, n.1, p.53-59, 2008.
- PERUCH, L.A.M.; BRUNA, E.D. Relação entre doses de calda bordalesa e de fosfito potássico na intensidade do míldio e na produtividade da videira cv. 'Goethe'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.9, p.2413-2418, 2008.
- SANTOS, H.A.A.; DALLA PRIA, M.; SILVA, O.C.S.; MAYDE DE MIO, L.L. Controle de doenças do trigo com fosfitos e acibenzolar-S-metil isoladamente ou associados a piraclostrobina + epoxiconazole. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.2, p.433-442, 2011.
- SHIOGA, P.S. Sistemas de produção do milho safrinha no Paraná. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA. **Anais...**Rio Verde. FESURV, Rio Verde, 2009. p.40-54.
- SCOTT, A.; KNOTT, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v.30, n.3, p.507-512, 1974.
- SILVA, M.S.; CARVALHO, F.C.Q.; SILVA, J.R.; LINS, S.R.O.; OLIVEIRA, S.M.A. Uso de antagonistas e produtos alternativos no manejo pós-colheita de podridão mole em pimentão. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.45, n.4, p.718-725, 2014.
- THAO, H.T.B.; YAMAKAWA, T. Phosphite (phosphorous acid): Fungicide, fertilizer or bio-stimulator? **Soil Science Plant Nutrition**, Chile, v.55, n.2, p.228-234, 2009.
- TOFOLLI, J.G.; MELLO S.C.; DOMINGUES, R.J. Efeito do fosfito de potássio isolado e em mistura com fungicidas no controle da requeima do tomateiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.79, n.2, p.201-208, 2012.
- WORDELL FILHO, J.A.; STADNIK, M.J. Controle da mancha acinzentada da cebola e seu impacto sobre a qualidade de mudas. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v.24, n.24, p.437-441, 2006.