

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line) 1981-0997

v.7, suplemento, p.831-837, 2012

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

DOI:10.5039/agraria.v7isa2394

Protocolo 2394 - 12/06/2012 • Aprovado em 06/08/2012

Natasha A. Hamada¹

Cristiano N. Nesi²

Giselda Alves³

Louise L. May-De-Mio^{3,4}

Fungicidas associados ou não a fosfitos no controle da mancha foliar de glomerela em macieira

RESUMO

Este trabalho objetivou avaliar fungicidas em associação ou não com fosfito de potássio na redução da mancha foliar de glomerela (MFG) e desfolha da planta e selecionar modelo de crescimento para o progresso temporal da doença em plantas não tratadas, entre novembro e abril, safras 2004/05 e 2005/06. O delineamento foi em blocos ao acaso, quatro repetições, e as pulverizações a cada 10 dias. Avaliações de incidência, severidade e desfolha, foram quinzenais em dois ramos/tratamento. Avaliaram-se: mancozebe, clorotalonil, tiofanato metílico, e fosfito de potássio (00-20-20). Procedeu-se à análise de variância e comparação de médias entre tratamentos e se ajustaram modelos para descrever a epidemia, comparados pelo critério de informação de Akaike (AIC). O tiofanato metílico mostrou-se eficiente na redução da desfolha precoce mas não diminuiu a área abaixo da curva de progresso (AACP) da incidência e da severidade. A associação de fosfito com tiofanato metílico reduziu a AACP da incidência e da severidade. Na safra 2005/06 clorotalonil foi superior ao padrão mancozebe reduzindo a AACP da incidência e severidade. Os ajustes dos modelos foram semelhantes ($R^2 > 85\%$ e valores próximos de AIC); o modelo logístico foi escolhido por melhor descrever a epidemia.

Palavras-chave: *Colletotrichum* spp, epidemiologia, progresso temporal

Fungicides associated or not with phosphite for controlling glomerella leaf spot on apple

ABSTRACT

The aim of study was to test fungicides and their association with potassium phosphite in reduction of glomerella leaf spot (GLS) and plant defoliation and select a grown model of the temporal progress of GLS in untreated plants during November and April, 2004/05 and 2005/06 seasons. The experimental design was random blocks with four replications and the applications at intervals of 10 days. Evaluations of incidence, severity and defoliation took place every 15 days (two branches per treatment). The fungicides evaluated were: mancozeb, chlorothalonil, methyl tiophanate, and potassium phosphite (00-20-20). Analysis of variance was performed and mean comparison between treatments, and models were adjusted to describe the epidemic, compared themselves through Akaike information criteria (AIC). Methyl tiophanate showed efficient in defoliation reduction, but it did not reduce the area under progress curve (AUPC) for incidence and severity. Association of phosphite with methyl tiophanate reduced the AUPC of incidence and severity. During 2005/06 season the fungicide chlorothalonil was better than standard mancozeb, reducing the AUPC of incidence and severity. Adjustments of models are similar ($R^2 > 0.85$ and similar values of AIC); the logistic model had the better epidemic adjustment.

Key words: *Colletotrichum* spp, epidemiology, temporal progress

1 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná, Campus Palmas, Curso de Engenharia Agrônômica, Trevo da Codapar, s/n, CEP 85555-000, Palmas-PR, Brasil. Fone: (46) 3263-8159. E-mail: natasha.hamada@ifpr.edu.br

2 Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Centro de Pesquisa para a Agricultura Familiar, Servidão Ferdinando Tusset, s/n, São Cristóvão, CEP 89801-970, Chapecó-SC, Brasil. Caixa Postal 791. Fone: (49) 3361-0600 Ramal 603. Fax: (49) 3361-0633.

E-mail: cristiano.nesi@unoesc.edu.br

3 Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Laboratório de Epidemiologia e Manejo Integrado de Doenças, Rua dos Funcionários, 1540, Cabral, CEP 80035-050, Curitiba-PR, Brasil. Fone: (41) 3350-5736. Fax: (41) 3350-5601. E-mail: giseldaalves@uol.com.br; maydemio@ufpr.br

INTRODUÇÃO

A Mancha Foliar de *Glomerella* (MFG) causada por espécies de *Colletotrichum* em macieira, provoca lesões avermelhadas nas folhas e pequenas pontuações deprimidas nos frutos, principalmente no verão, podendo provocar desfolhamento superior a 75% (Katsurayama & Boneti, 2009). A doença está disseminada na maioria das áreas produtoras, sendo na região metropolitana de Curitiba onde se observam as maiores severidades devido ao clima extremamente favorável, deixando os pomares em condições de alta pressão de inóculo (Kowata et al., 2010).

O controle da MFG tem sido ineficiente em anos em que a pressão de inóculo é alta, mesmo se realizando aplicação de fungicidas de ação preventiva, a cada cinco ou dez dias, ou quando há acúmulo de precipitação de 30 mm ou mais, entre aplicações (Boneti et al., 2004). O período que antecede a colheita é o mais crítico em relação à ocorrência da doença, em virtude das condições ambientais de alta temperatura e precipitações constantes nesta fase, sendo que os fungicidas utilizados muitas vezes têm restrições quanto ao período de carência (Valdebenito-Sanhueza et al., 2002), o que torna o controle ainda mais difícil.

Dentre os estudos com o controle químico desta doença pode-se citar os realizados por Cerezine et al. (1992) em Porto Amazonas, PR, mostrando a eficiência dos produtos dithianon, mancozebe, folpete e tiofanato metílico, tal como as misturas triadimefon + mancozebe, tiofanato metílico + mancozeb, chlorothalonil + ziram e benomyl + ziram na redução da incidência da MFG, que provocou a desfolha, sendo que os autores avaliaram somente a incidência. Kowata et al. (2010) mostraram, em trabalho combinando a validação de escala da doença e testando os princípios ciprodinil, pirimetanil, propinebe e mancozebe + tebuconazole em pomar localizado em Campo Largo, PR, a eficiência de propinebe e da mistura mancozebe + tebuconazole na redução da incidência, severidade e desfolha.

Como alternativa aos fungicidas o uso de fosfitos com o objetivo de combater doenças tem-se tornado frequente em culturas frutícolas, pois apresentam ação antifúngica e não possuem tempo de carência constituindo, então, uma ferramenta de controle dentro do manejo integrado e em situações de baixa pressão de inóculo. A ação antifúngica dos fosfitos foi relatada em diferentes patossistemas, como a varíola em mamoeiro (Dianese et al., 2008) ou até mesmo em pós-colheita de maçãs, como mostrado por Blum et al. (2007). Especificamente para controle de MFG foram testados fosfitos em diferentes concentrações, *in vitro*, reduzindo o crescimento micelial de *Colletotrichum* spp. e em plântulas mantidas em casa de vegetação para verificação de um possível efeito preventivo (pulverização três e seis dias antes da inoculação) e curativo (24 e 48 horas após a inoculação) frente à doença, sendo observado apenas seu efeito curativo (Araujo et al., 2008, 2010); entretanto, nada foi validado a campo, até o momento.

A curva de progresso de uma doença faz parte de sua análise temporal e é considerada a melhor representação de uma epidemia sendo que, interpretar o formato da curva e determinar seus componentes, como quantidade de inóculo inicial, taxa de progresso e quantidade final de doença, tal como a área abaixo da curva de progresso, são fundamentais para se efetuar o manejo

de epidemias (Bergamin Filho, 2011).

O conhecimento do progresso da doença em locais com alta pressão de inóculo em ciclos diferentes, aliado à avaliação de fungicidas e fosfito de potássio, pode fundamentar uma alternativa de manejo ao uso restrito de alguns produtos além de fornecer subsídios para o entendimento da epidemia. Este trabalho objetivou avaliar fungicidas em associação ou não com fosfito de potássio, na redução da MFG e seu efeito na desfolha da planta, além também, de selecionar modelo de crescimento para o progresso temporal da doença em plantas não tratadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos em pomar comercial de maçãs 'Gala', no município de Campo Largo, PR, entre novembro e abril, com plantas de sete anos de idade, na safra 2004/05 e de seis anos na safra 2005/06, no mesmo pomar. Por se tratar de uma planta perene e que o inóculo entre safras provém do próprio pomar, acredita-se que a diferença de idade das plantas não seja fator limitante visto que o manejo foi exatamente o mesmo entre os anos trabalhados. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo cada parcela composta de cinco plantas; na planta central de cada parcela foram marcados dois ramos localizados na altura mediana e no sentido da entrelinha. Os tratamentos realizados nas duas safras avaliadas consistiram em produtos comumente utilizados pelos pomicultores e estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Tratamentos, ingredientes ativos e respectivas doses utilizadas no experimento para avaliação do controle da Mancha Foliar de *Glomerella* (MFG) em pomar comercial de macieira. Campo Largo, PR, safras 2004/05 e 2005/06

Table 1. Treatments, active ingredient and respective doses in the experiment to evaluate control of *Glomerella* leaf spot (GLS) in a commercial orchard of apple, Campo Largo/PR. 2004/05 and 2005/06 seasons

Ingrediente ativo	Dose i.a. (mL g ⁻¹ 100L ⁻¹)	
	2004/05	2005/06
Testemunha	-----	-----
Mancozebe	240,0	240,0
Clorotalonil	127,5	90,0
Clorotalonil + Tiofanato metílico	90,0 + 36,0	90,0 + 72,3
Tiofanato metílico	72,3	72,3
Clorotalonil + Fosfito	127,5 + 300,0	na
Clorotalonil + Tiof. metílico + Fosfito	90,0 + 36,0 + 300,0	na
Tiofanato metílico + Fosfito	72,3 + 300,0	na
Mancozebe + Fosfito	240,0 + 300,0	na
Fosfito	300,0	na

Obs: Fosfito 00-20-20 (20% P₂O₅ e 20% K₂O); na = não avaliado

As pulverizações foram realizadas a cada 10 dias (14 aplicações na safra 2004/05: 12 e 22 de novembro, 01, 09, 15 e 23 de dezembro, 07, 12 e 27 de janeiro, 02 e 19 de fevereiro, 04, 16 e 29 de março; 11 aplicações na safra 2005/06: 06, 14 e 24 de dezembro; 07, 18 e 28 de janeiro; 08 e 20 de fevereiro; 02, 13 e 23 de março) com pulverizador costal motorizado com vazão de 0,75 L min⁻¹ e volume de calda aproximado de 800 L ha⁻¹. Intervalos de aplicação inferiores a 10 dias são devidos à precipitação pluviométrica no pomar.

As avaliações de incidência, severidade e desfolha, foram quinzenais, a partir do aparecimento dos sintomas, nos ramos previamente marcados iniciando-se em 06/01 para a safra

2004/05 e em 17/12 em 2005/2006. Para incidência considerou-se a relação entre o número de folhas com sintomas e o total de folhas no ramo marcado e para avaliar a severidade utilizou-se, como referência, escala diagramática desenvolvida no LEMID/UFPR (Laboratório de Epidemiologia e Manejo Integrado de Doenças – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR) e posteriormente publicada por Kowata et al. (2010), em que se verificava a porcentagem de área foliar lesionada por folha no ramo; em seguida se calculava a severidade média do ramo em cada avaliação. A desfolha foi calculada pela diferença, em percentual, do número de folhas por ramo marcado no enfolhamento máximo (24/01 na safra 2004/05 e 17/12 na safra 2005/06) em relação ao número de folhas na última avaliação. Os dados de incidência e severidade foram correlacionados com os dados de desfolha, utilizando-se os resíduos da análise de variância para retirar o efeito de blocos e de tratamentos (Steel et al., 1996).

Os dados de incidência e severidade foram integralizados no tempo e transformados em área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Os valores de AACPD foram submetidos à análise de variância e as médias separadas pelo teste de Scott-Knott ($\alpha = 0,05$). Os dados de incidência e severidade do tratamento testemunha foram submetidos à análise de regressão não linear ajustando-se os modelos monomolecular, logístico e gompertz nas seguintes parametrizações: monomolecular ($Y=1-(1-y_0)\exp(-r.t)$), logístico ($Y=y_{M\text{AX}}/(1+(-1+1/y_0)\exp(-r.t))$) e Gompertz ($Y=y_{M\text{AX}}\exp(-\exp(-y_0+r.t))$), em que Y - é a incidência/severidade da doença, $y_{M\text{AX}}$ - é a quantidade máxima da doença, y_0 - é o parâmetro relacionado ao inóculo inicial, r - é a taxa de progresso da doença e t - o tempo, em dias, após a primeira avaliação. Os modelos foram comparados pelo critério de informação de Akaike (AIC), dado por $AIC=-2l+2p$ em que l - é o logaritmo neperiano da função de verossimilhança calculado para os valores das estimativas dos parâmetros e p - é o número de parâmetros do modelo considerado (Akaike, 1974). Por este critério, o melhor modelo é aquele que apresenta menor valor de AIC; além disto, avaliou-se o coeficiente de determinação obtido na regressão linear simples entre os valores observados e os preditos pelo modelo.

Todas as análises foram realizadas com o ambiente R, versão 2.13.2 (R Development Core Team, 2011). Os dados de precipitação, umidade e temperatura média, medidos na proximidade da área experimental, foram obtidos junto ao Instituto Tecnológico SIMEPAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Eficiência de fungicidas e fosfitos no controle da mancha foliar de *Glomerella*

Para a AACPD da incidência, apenas o tratamento tiofanato metílico (TM) não diferiu da testemunha na safra 2004/05 enquanto para AACPD da severidade o tratamento com TM + fosfito (F) também não diferiu (Tabela 2). Na safra 2005/06 a AACPD da incidência e da severidade de todos os tratamentos diferiu da testemunha destacando-se o clorotalonil (C) com melhores resultados, reduzindo a incidência e a severidade da doença em relação aos demais. Com exceção do tratamento composto apenas por fosfito (F) na primeira safra, todos os demais reduziram a desfolha em mais de 30% em relação à testemunha (Tabela 2).

O sistema de controle empregado pelos produtores é ineficiente em anos em que a pressão da doença é alta o que se deve, em parte, à falta de fungicidas sistêmicos disponíveis (Boneti et al., 2004). Este fato foi observado na safra 2005/06, em que a menor quantidade de doença presente no campo, no início dos tratamentos, resultou em maiores diferenças no controle da doença devido à eficiência na ação preventiva dos fungicidas, com incidência e severidade no tratamento com clorotalonil (C) inferior aos demais e melhor que o tratamento padrão com mancozebe (M). Tanto mancozebe quanto clorotalonil são classificados como fungicidas de contato que atuam inibindo grupos sulfidrilos e, embora possuam o mesmo modo de ação, a eficácia diferente dos fungicidas a campo, pode ser devida à maior fungitoxicidade e/ou tenacidade do mancozebe em relação ao clorotalonil (Aquino et al., 2008).

O fosfito aplicado isoladamente (F) reduziu a incidência da doença mas não foi capaz de reduzir a severidade e, conseqüentemente, a desfolha, concordando com Katsurayama & Boneti (2009) que, no geral, relatam a baixa eficiência

Tabela 2. Área abaixo da curva de progresso (AACPD) da incidência e da severidade e desfolha média observada em diferentes tratamentos para o controle da mancha foliar de *Glomerella* (MFG) em pomar comercial de macieiras. Campo Largo, PR, safras 2004/05 e 2005/06

Table 2. Area under progress curve (AUPC) of incidence and severity and defoliation observed for different treatments to control of *Glomerella* leaf spot (GLS) in a commercial orchard of apple. Campo Largo/ PR, 2004/05 and 2005/06 seasons

Tratamento	Safrá 2004/05			Safrá 2005/06		
	Incidência ¹	Severidade ¹	Desfolha ²	Incidência ¹	Severidade ¹	Desfolha ²
	AACP		(%)	AACP		(%)
T	79,91 a	2,42 a	70,15 a	40,09 a	1,22 a	54,83 a
M	67,20 b	1,56 b	29,39 b	24,05 b	0,54 b	11,13 b
C	62,45 b	1,54 b	33,87 b	10,18 c	0,17 c	0,00 b
C+TM	67,14 b	1,72 b	36,59 b	18,96 b	0,43 b	6,47 b
TM	76,63 a	2,26 a	24,85 b	25,96 b	0,60 b	9,98 b
C+F	58,80 b	1,43 b	44,70 b	na	na	na
C+TM+F	59,74 b	1,45 b	29,55 b	na	na	na
TM+F	68,68 b	1,69 b	44,58 b	na	na	na
M+F	58,78 b	1,31 b	30,29 b	na	na	na
F	65,79 b	2,09 a	84,31 a	na	na	na

Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott ($\alpha = 0,05$). na = não avaliado. ¹ - período avaliado: 06/01 a 07/04 (safra 2004/05) e 17/12 a 08/03 (safra 2005/06). ² - desfolha avaliada em 07/04/2005 (2004/05) e 08/03/2006 (2005/06) e estimada pela diferença entre enfolhamento máximo e a última avaliação. T = testemunha, M = mancozebe, C = clorotalonil, TM = tiofanato metílico, F = fosfito (00-20-20)

do fosfito nos períodos mais críticos de controle da doença, no estado de Santa Catarina. A associação de fosfito com os demais tratamentos não potencializou sua ação, com exceção da associação com tiofanato metílico (TM+F) a qual reduziu a AACPD da incidência e da severidade em relação ao TM aplicado isoladamente (Tabela 2). É provável que este fato tenha ocorrido em razão da capacidade do fosfito em induzir as defesas do hospedeiro, como já relatado por Junqueira et al. (2011), caso em que a associação com fungicida sistêmico permitiu uma redução maior da doença, devido à associação do efeito protetor e sistêmico dos fungicidas tradicionais com a capacidade de elicitar indução das defesas do hospedeiro, atribuída aos fosfitos.

Neste trabalho não foi possível repetir os tratamentos com fosfitos mas se recomenda um estudo complementar para verificar o potencial de associação de fosfito de potássio com fungicidas sistêmicos. Além do mais, o momento de aplicação

dos fosfitos visando ao controle da MFG, precisa ser melhor estudado. Araujo et al. (2008) demonstraram que aplicações preventivas de fosfito três e seis dias antes da inoculação, não foram capazes de reduzir a severidade da MFG, porém pode ser que a aplicação do fosfito no momento da infecção possa ter maior efeito. Em outro estudo, Araujo et al. (2010) citam que pulverizações realizadas 24 horas após a infecção reduziram a severidade da MFG em 90% enquanto as realizadas 48 horas após a inoculação reduziram em 40% a área foliar necrosada e 37% a AACPD, em relação à testemunha. No presente trabalho a aplicação com fosfito sozinho não foi capaz de reduzir a severidade da MFG em condições naturais de infecção.

O tratamento com TM mostrou-se ineficaz no controle da MFG, na safra 2004/05, não diferindo significativamente da testemunha em relação à AACPD da incidência e da severidade, contrariando Cerezine et al. (1992); na safra 2005/06 diferiu

Tabela 3. Estatísticas de avaliação do modelo (R^2 e AIC) e estimativas dos parâmetros para os modelos Monomolecular, Logístico e de Gompertz

Table 3. Statistics of model evaluation (R^2 and AIC) and estimates of parameters for Monomolecular, Logistic and Gompertz models

Modelos	Estimativas	Safrá 2004/05		Safrá 2005/06	
		Incidência	Severidade	Incidência	Severidade
Monomolecular	$Y_{máx}$	-	-	-	-
	y_0	0,3587	0,0079	-0,0447	-0,0038
	R	0,0657	0,0004	0,0212	0,0005
	R^2	91,76	85,83	88,87	87,31
	AIC	-57	-181	-33	-183
Logístico	$Y_{máx}$	0,9782	0,0834	0,9073	0,0392
	y_0	0,3672	0,1270	0,0504	0,0224
	R	0,1151	0,0238	0,0810	0,0750
	R^2	91,56	85,26	95,04	91,01
	AIC	-54	-178	-51	-189
Gompertz	$Y_{máx}$	0,9832	0,1401	0,9919	0,0467
	y_0	-0,0091	-0,9798	-1,4116	-1,8100
	R	0,0900	0,0096	0,0466	0,0389
	R^2	91,69	85,59	95,03	91,31
	AIC	-55	-179	-51	-190

Modelos monomolecular ($Y = 1 - (1 - y_0) \exp(-r \cdot t)$), logístico ($Y = y_{máx} / (1 + (-1 + 1/y_0) \exp(-r \cdot t))$) e Gompertz ($Y = y_{máx} \exp(-\exp(-y_0 + r \cdot t))$), em que Y é a incidência/severidade da doença, $y_{máx}$ é a quantidade máxima da doença, y_0 é o parâmetro relacionado ao inoculo inicial, r representa a taxa de progresso da doença e t o tempo, em dias, após a primeira avaliação. R^2 : coeficiente de determinação entre os valores observados e preditos pelo modelo; AIC: critério de informação de Akaike

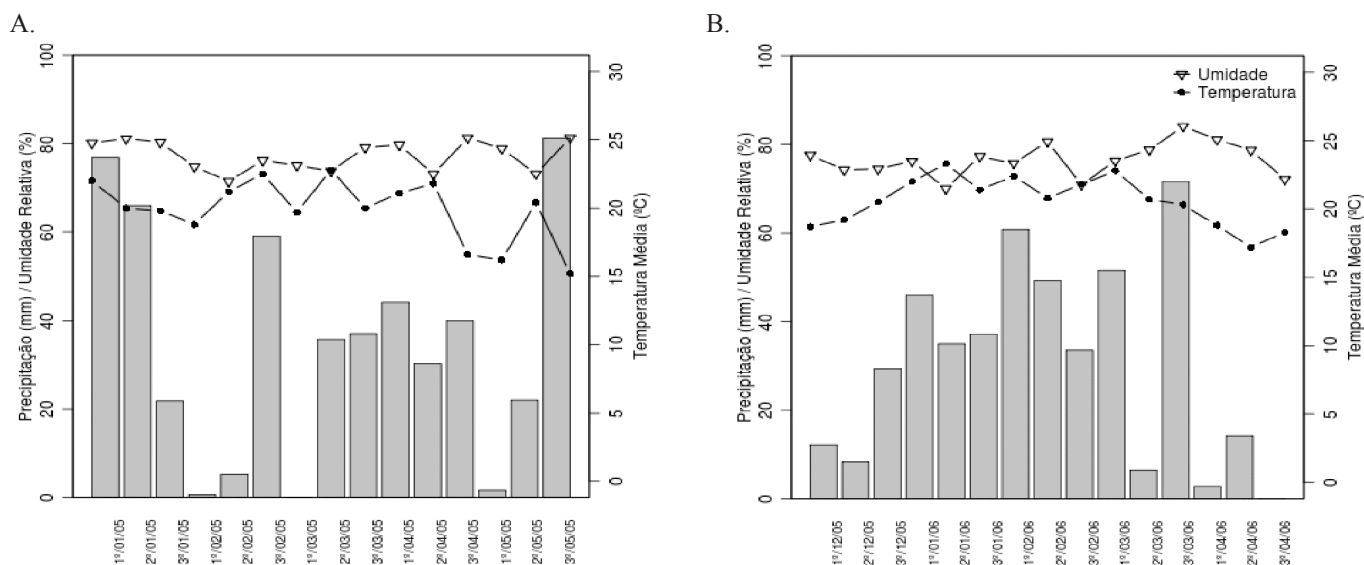


Figura 1. Precipitação acumulada, umidade relativa média e temperatura média entre as datas de avaliação nas safras 2004/05 e 2005/06, no tratamento testemunha, em pomar comercial de maçãs, no município de Campo Largo, PR

Figure 1. Accumulated precipitation, mean relative humidity and mean temperature between the dates of evaluation during 2004/05 and 2005/06 seasons in control (untreated treatment) in a commercial orchard of apple in Campo Largo, PR

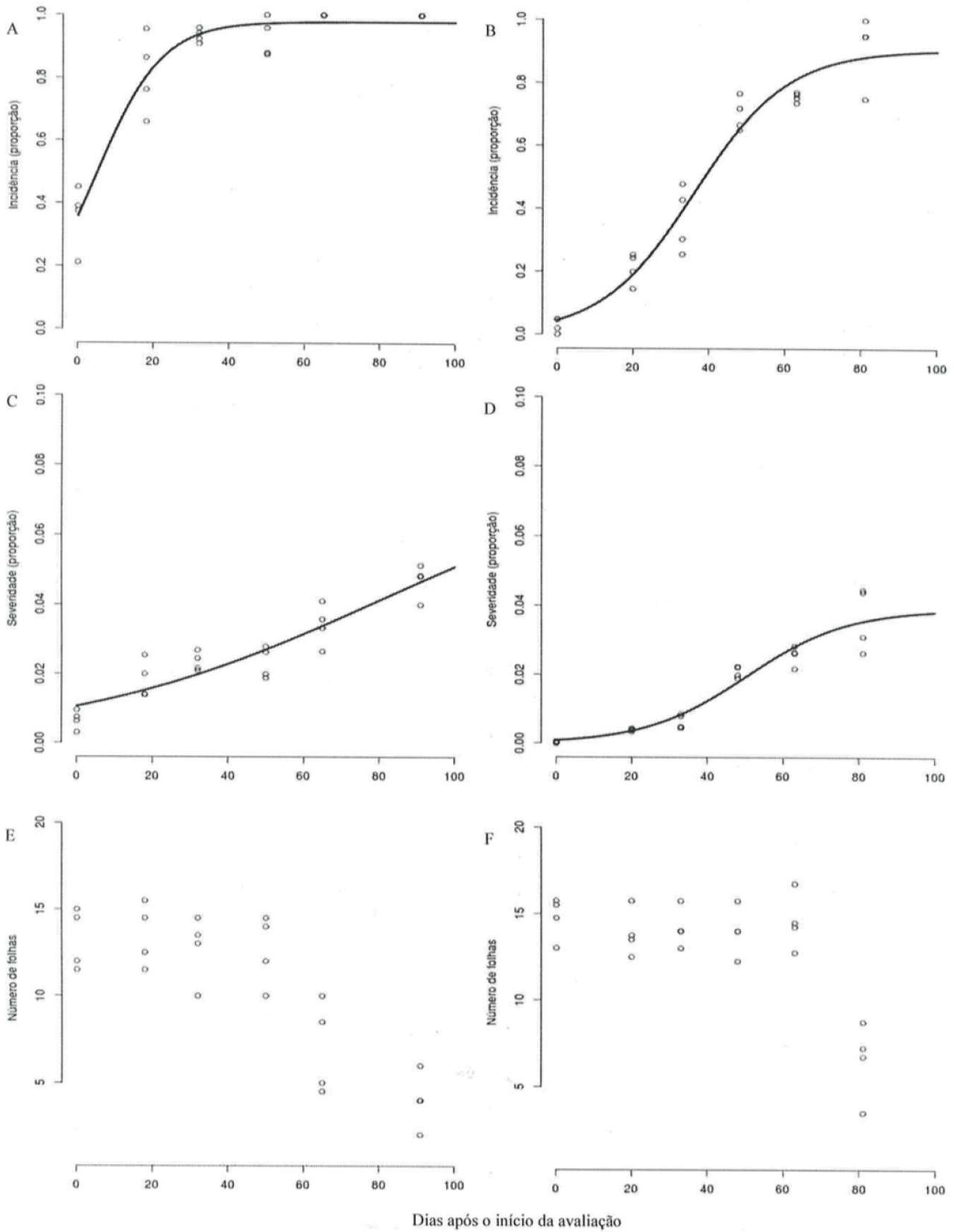


Figura 2. Curvas do modelo logístico ajustado aos dados de incidência (A e B) e severidade (C e D) da Mancha Foliar de *Glomerella* e número de folhas observadas no tratamento testemunha, nas safras 2004/05 (E) e 2005/06 (F) em pomar comercial de maçãs 'Gala' no município de Campo Largo, PR. Avaliações realizadas entre 06/01 e 07/04 na safra 2004/05 e entre 17/12 e 08/03 na safra 2005/06

Figure 2. Curves of logistic model adjusted to data of incidence (A and B) and severity (C and D) of *Glomerella* leaf spot (GLS) and number of observed leaves in control (untreated treatment) during 2004/05 (E) and 2005/06 (F) seasons, in a commercial orchard of "Gala" apple at Campo Largo, PR. Evaluations realized between 06/01 and 07/04 at 2004/05 season and between 17/12 and 08/03 at 2005/06 season

da testemunha em relação à incidência e severidade mas foi inferior ao clorotalonil (Tabela 2). Esta baixa eficiência pode ser um indício da existência de isolados resistentes na população alvo, como já demonstrado neste patossistema, por Hamada et al. (2009). Entretanto, plantas submetidas a este tratamento apresentaram menor porcentagem de desfolha em relação à testemunha, em ambas as safras avaliadas, provavelmente pelo efeito sistêmico exercido pelo fungicida, corroborando com o exposto por Cerezine et al. (1992) que observaram tiofanato metílico (1,0 g L⁻¹) como um dos fungicidas mais eficientes na prevenção da desfolha precoce.

Em todos os tratamentos foram observados valores maiores de AACP da incidência e da severidade, tanto na safra 2004/05 quanto na safra 2005/06 (Tabela 2) devido, provavelmente, à maior concentração de inóculo inicial estimada na testemunha combinada com uma precipitação maior nos meses iniciais de avaliação (Tabela 3 e Figura 1) resultando em uma pressão maior de inóculo, para início da epidemia na primeira safra avaliada. Corroborando com o exposto por Katsurayama & Boneti (2006) sempre que a precipitação na semana anterior chega a 30 mm ou mais, com temperatura média de 20 °C, ocorre um aumento na severidade da doença, fato que, na safra 2004/05, ocorreu durante o mês de janeiro (a severidade média passou de 1,80 para 2,52%) e março (de 2,47 para 4,71%) e, na safra 2005/06, durante o período compreendido entre o final de janeiro até o início de abril, principalmente entre 24 de janeiro e 07 de fevereiro (severidade média de 0,64 para 2,09%) (Figura 2).

A alta precipitação nos meses que antecederam a colheita (dezembro e janeiro) associada a temperaturas médias em torno de 20 °C (Figura 1) foi determinante para a maior quantidade de doença no campo. A observação é análoga às inferências feitas por Katsurayama & Boneti (2009) de que temperatura semelhante combinada com período de molhamento foliar de 10 horas ou mais, é suficiente para que ocorra infecção. Em outros patossistemas com patógeno do mesmo gênero, as condições do ambiente, em especial a umidade e a precipitação, foram consideradas responsáveis pelo favorecimento do aparecimento e desenvolvimento de epidemias (Timmer & Zitko, 1993; Phoulivong, 2011).

A queda das folhas, que normalmente ocorreria a partir da segunda quinzena de abril, ocorreu a partir do final de fevereiro, nas duas safras avaliadas (Figura 2E e 2F), sendo relacionada ao aumento da severidade da doença, independente da quantidade de precipitação nos períodos antecedentes (Figura 1). Este evento é confirmado pela análise de correlação, que mostra uma correlação direta entre severidade e desfolha e entre incidência e desfolha, nas safras 2004/05 e 2005/06 (0,61 e 0,75, 0,66 e 0,75, respectivamente). Esta relação entre o progresso da doença e o aumento da desfolha foi observada por Alves et al. (2008) para a ferrugem do pessegueiro.

Na safra 2005/06 o incremento da doença ocorreu mais tardiamente e a incidência e severidade observadas também foram menores, em virtude, provavelmente, das condições climáticas menos favoráveis à doença (Figura 1) possibilitando melhor eficiência dos tratamentos. A menor quantidade de sintomas pode ser devida à menor precipitação observada no início da brotação das plantas, na safra 2005/2006, em relação à anterior, interferindo na disseminação dos esporos no início

do ciclo vegetativo da cultura; entretanto, são imprescindíveis maiores esclarecimentos sobre a forma de sobrevivência deste patógeno visto que no Brasil o único estudo a este respeito foi realizado por Crusius et al. (2002) no Rio Grande do Sul, que afirmam que o patógeno sobrevive de um ano para outro em ramos e gemas dormentes de macieira.

Independente do momento de aplicação, sugere-se que os fosfitos sejam aplicados sempre associados a outro tipo de fungicida visto que pulverizações isoladas não apresentam controle satisfatório da doença a campo, além de não evitar a desfolha precoce; entre os fungicidas testados o clorotalonil foi o de melhor desempenho considerando-se os dois anos de avaliação.

Progresso temporal da mancha foliar de glomerella

Com o ajuste de diferentes modelos aos dados de incidência e severidade da MFG no tratamento testemunha, observaram-se ajustes semelhantes para os modelos logístico, monomolecular e de gompertz, com coeficiente de determinação para a regressão linear entre valores observados e preditos, acima de 85% e valores próximos de AIC; mesmo assim, o modelo logístico foi escolhido por descrever melhor a epidemia, visto que estimou a quantidade máxima da doença e o parâmetro relacionado ao inóculo inicial positivo e com interpretação direta. Por outro lado, a MFG é uma doença policíclica em que o aumento dos sintomas se deve mais aos ciclos secundários do patógeno no hospedeiro e não apenas ao inóculo inicial (Bergamin Filho, 2011). O ajuste do modelo logístico para incidência e severidade da MFG também foi obtido por Bogo et al. (2010) em pomares no sistema orgânico e convencional com a cultivar Royal Gala. Plaut & Berger (1981) afirmam que o modelo logístico é um dos mais adequados para doenças policíclicas em que o inóculo inicial é geralmente baixo e interfere diretamente na taxa de progresso da doença. Observando as estimativas dos parâmetros do modelo logístico e as curvas ajustadas do progresso temporal, presume-se que a menor incidência e severidade observadas na segunda safra são devidas ao menor inóculo inicial da doença (Figura 2 e Tabela 3) e às condições menos favoráveis para seu desenvolvimento.

CONCLUSÕES

A associação de fosfito com tiofanato metílico mostrou-se mais eficiente do que a aplicação isolada de ambos; tiofanato metílico foi eficiente na redução da desfolha precoce. O fungicida clorotalonil apresentou resultados superiores ao padrão mancozebe, constituindo uma ferramenta potencial no controle da MFG.

A MFG provoca queda das folhas a partir do final do mês de fevereiro, sendo que a desfolha aumenta proporcionalmente ao aumento da doença. O modelo logístico foi o que melhor descreveu a epidemia.

LITERATURA CITADA

- Akaike, H. A New Look at statistical model identification. *Transactions on Automatic Control*, v.19, n.6, p.717-723, 1974. <<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=1100705>>. 05 Dez. 2011. doi:10.1109/TAC.1974.1100705.

- Alves, G.; May-De-Mio, L. L.; Zanette, F.; Oliveira, M. C. Ferrugem do pessegueiro e seu efeito na desfolha e na concentração de carboidratos em ramos e gemas. *Tropical Plant Pathology*, v.33, n.5, p.370-376, 2008. <<http://www.scielo.br/pdf/tpp/v33n5/v33n5a05.pdf>>. 05 Dez. 2011. doi:10.1590/S1982-56762008000500005.
- Aquino, L. A.; Berger, P. G.; Rodrigues, F. A.; Zambolin, L.; Ogoshi, L.; Miranda, L. M.; Lélis, M. M. Controle alternativo da mancha de Ramularia do algodoeiro. *Summa Phytopathologica*, v.34, n.2, p.131-136, 2008. <<http://www.scielo.br/pdf/sp/v34n2/04.pdf>>. 25 Nov. 2011. doi:10.1590/S0100-54052008000200004.
- Araujo, L.; Borsato, L. C.; Valdebenito-Sanhueza, R. M.; Stadnik, M. J. Fosfito de potássio e ulvana no controle da mancha foliar da gala em macieira. *Tropical Plant Pathology*, v.33, n.2, p.74-80, 2008. <<http://www.scielo.br/pdf/tpp/v33n2/a09v33n2.pdf>>. 20 Jun. 2011. doi:10.1590/S1982-56762008000200009.
- Araujo, L.; Valdebenito-Sanhueza, R. M.; Stadnik, M. J. Avaliação de formulações de fosfito de potássio sobre *Colletotrichum gloeosporioides in vitro* e no controle pós-infeccional da mancha foliar de *Glomerella* em macieira. *Tropical Plant Pathology*, v.35, n.1, p.54-59, 2010. <<http://www.scielo.br/pdf/tpp/v35n1/a10v35n1.pdf>>. 20 Jun. 2011. doi:10.1590/S1982-56762010000100010.
- Bergamin Filho, A. Curvas de progresso da doença. In: Amorin, L.; Rezende, J. A. M.; Bergamin Filho, A. (eds). *Manual de fitopatologia – Vol. I, princípios e conceitos*. 4ªed. Piracicaba-SP: Agronômica Ceres, 2011. p.647-666.
- Blum, L. E. B.; Amarante, C. V. T.; Dezanet, A.; Lima, E. B.; Neto, P. H.; Ávila, R. D.; Siega, V. Fosfitos aplicados em pós-colheita reduzem o mofo-azul em maçãs “Fuji” e “Gala”. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.29, n.2, p.265-268, 2007. <<http://www.scielosp.org/pdf/rbf/v29n2/13.pdf>>. 02 Jun. 2011. doi:10.1590/S0100-29452007000200015.
- Bogo, A.; Jesus Júnior, W. C.; Casa, R. T.; Kuhnem Júnior, P. R.; Cesa, L. P. Dinâmica temporal da mancha foliar da 'Gala' em macieiras conduzidas sob os sistemas de produção convencional e orgânico. *Ciência Rural*, v.40, n.2, p.466-470, 2010. <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v40n2/a439cr1923.pdf>>. 08 Maio 2012. doi: 10.1590/S0103-84782010000200034.
- Boneti, J. I. S.; Becker, W. F.; Katsurayama Y. Sistema de previsão da mancha-foliar-da-gala em macieira, cultivar gala. *Agropecuária Catarinense*, v.17, n.3, p.64-67, 2004.
- Cerezine, P. C.; Leite, R. P.; Tsuneta, M. Efeito de tratamentos químicos no controle da mancha foliar de *Glomerella* em macieira no estado do Paraná. *Fitopatologia brasileira*, v.17, n.3, p.258-267, 1992. <http://www.sbfito.com.br/tpp/revistas_pdf/1992_vol.17_fasc.%203.pdf>. 08 Maio 2012.
- Crusius, L. U.; Forcelini, C. A.; Sanhueza, R. M. V.; Fernandes, J. M. C. Epidemiology of apple leaf spot. *Fitopatologia Brasileira*, v.27, p.65-70, 2002. <<http://www.scielo.br/pdf/fb/v27n1/8470.pdf>>. 05 Fev. 2011. doi:10.1590/S0100-41582002000100010.
- Dianese, A. C.; Blum, L. E. B.; Dutra, J. B.; Lopes, L. F.; Sena, M. C.; Freitas, L. F. Avaliação do efeito de fosfitos na redução da variola (*Asperisporium caricae*) do mamoeiro (*Carica papaya*). *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.30, n.3, p.834-837, 2008. <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v30n3/47.pdf>>. 17 Jun. 2011. doi:10.1590/S0100-29452008000300047.
- Hamada, N. A.; Katsurayama, Y.; Dantas, A. C. M. Sensibilidade “in vitro” ao benomyl por isolados de *Colletotrichum* spp. associados à mancha da gala em macieira. *Tropical Plant Pathology*, v.34, n.5, p.347-351, 2009. <<http://www.scielo.br/pdf/tpp/v34n5/v34n5a10.pdf>>. 05 Abr. 2011. doi:10.1590/S1982-56762009000500010.
- Junqueira, K. P.; Faleiro, F. G.; Uesugi, C. H.; Junqueira, N. T. V.; Bellon, G.; Santos, E. C.; Ramos, L. N. Desempenho agrônomo de maracujazeiros tratados com produtos alternativos e fertilizantes foliares. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.33, n.1, p.40-47, 2011. <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v33n1/aop00411.pdf>>. 02 Jun. 2012. doi:10.1590/S0100-29452011005000019.
- Katsurayama, Y.; Boneti, J. I. S. Resistência dos fungicidas de contato à lavagem pela chuva. In: Encontro nacional de fruticultura de clima temperado, 9., 2006, Fraiburgo, SC. Anais. Vitória: Incaper, 2006. p.85-98.
- Katsurayama, Y.; Boneti, J. I. S. Manejo das doenças de verão da macieira no sul do Brasil. In: Stadnik, M. J. (ed.) *Manejo integrado de doenças da macieira*. Florianópolis-SC: Universidade Federal de Santa Catarina, 2009. p.45-64.
- Kowata, L. S.; Strapasson, M.; Challiol, M. A.; May-De-Mio, L. L. *Glomerella* leaf spot in apple: validation of proposed diagrammatic scale and efficiency of fungicides. *Ciência Rural*, v.40, n.7, p.1502-1508, 2010. <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v40n7/a657cr3025.pdf>>. 30 Jan. 2011. doi:10.1590/S0103-84782010000700004.
- Phoulivong, S. *Colletotrichum*, naming, control, resistance, biocontrol of weeds and current challenges. *Current Research in Environmental & Applied Mycology*, v.1, n.1, p.53-73, 2011. <[http://creamjournal.org/PDFs/CR_1%20Phoulivong%20Vol1.%20Issue1.%20No.3\(53-73\).pdf](http://creamjournal.org/PDFs/CR_1%20Phoulivong%20Vol1.%20Issue1.%20No.3(53-73).pdf)>. 01 Jun. 2012.
- Plaut, J. L.; Berger, R. D. Infection rates in three pathosystem epidemics initiated with reduced disease severities. *Phytopathology*, v.71, n.9, p.917-921, 1981. <http://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1981Articles/Phyto71n09_917.PDF>. 10 Maio 2012. doi: 10.1094/Phyto-71-917.
- R development Core Team. R: A language and environment for statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, <<http://www.R-project.org>> 15 Abr. 2011.
- Steel, R.; Torrie, J.; Dickey, D. Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. New York: McGraw-Hill, 672p., 1996.
- Timmer, L. W.; Zitko, S. E. Relationships of environmental factors and inoculum levels to the incidence of postbloom fruit drop of citrus. *Plant Disease*, v.77, n.5, p.501-504, 1993. <http://www.apsnet.org/publications/PlantDisease/BackIssues/Documents/1993Articles/PlantDisease77n05_501.PDF>. 10 Fev. 2011. doi: 10.1094/PD-77-0501.
- Valdebenito-Sanhueza, R. M.; Becker, W.; Boneti, J. I. S.; Katsurayama, Y.; Czermainski, A. B. C. Manejo das doenças de verão na produção integrada de maçã. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2002. 12p. (Circular técnica. Embrapa, 36). <<http://www.cnpv.embrapa.br/publica/circular/cir036.pdf>>. 10 Fev. 2011.