

Avaliação de extrato de algas no progresso temporal da mancha de *Mycosphaerella* em cultivares de morangueiro

Cristiano Nunes Nesi¹, Taciana Melissa de Azevedo Kuhn², Emily Silva Araujo³, Átila Francisco Mógor⁴, Louise Larissa May De Mio⁴

RESUMO

Em morangueiros, a mancha das folhas, causada por *Mycosphaerella fragariae*, é uma das doenças mais comuns na cultura, o que torna importantes os estudos de controle alternativo e de cultivares, sobre o progresso da epidemia. Em busca de práticas alternativas para seu controle, avaliou-se o efeito de cultivares de morangueiro e do extrato da alga *Ascophyllum nodosum*, na expressão dos sintomas de *mycosphaerella*, além de avaliar o ajuste de modelos de crescimento para o progresso temporal da incidência e severidade da doença. Utilizou-se o extrato de algas a 29%, na dose de 2 L ha⁻¹, aplicado no solo, na folha e em ambos. As cultivares Dover, Toyonoka, Albion, Camarosa, Ventana, Campinas, Tudla e Camino Real foram avaliadas, quinzenalmente, quanto a incidência e severidade da doença. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas e três repetições. Com os dados de incidência e severidade, calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença e utilizou-se a análise de variância para avaliar o efeito de cultivares e do extrato de algas. Aos dados do progresso temporal da incidência e da severidade, em cada cultivar, foram ajustados os modelos monomolecular, logístico e de Gompertz. O extrato de algas não apresentou efeito ou interação com cultivares, no controle da *mycosphaerella*. Houve efeito de cultivar com menor intensidade da doença, em Albion e Ventana, devido, principalmente, ao atraso na epidemia, pela redução do inóculo inicial efetivo. Aos dados de progresso temporal da incidência e da severidade ajustaram-se, respectivamente, os modelos logístico e monomolecular, para todas as cultivares.

Palavras-chave: *Mycosphaerella fragariae*, *Ascophyllum nodosum*, modelagem.

ABSTRACT

Evaluation of seaweed extract on temporal progress of *Mycosphaerella* leaf spot in strawberry cultivars

Leaf spot, caused by *Mycosphaerella fragariae*, is a common foliar disease infectious to a broad variety of strawberry cultivars. In a search for alternative control methods, seaweed extract from *Ascophyllum nodosum* was applied to strawberry cultivars and evaluated for its effect on *Mycosphaerella* leaf spot symptoms: growth-curve models were fitted for the progress of disease incidence and severity over time. A 29% seaweed extract was sprayed on soil, on plants or on both at the dose of 2 L ha⁻¹. Disease incidence and severity were measured biweekly on the cultivars Dover, Toyonoka, Albion, Camarosa, Ventana, Campinas, Tudla and Camino Real. We used a completely randomized split plot design with three replicates. Disease incidence and severity were calculated as the area under

Recebido para publicação em 03/07/2012 e aprovado em 04/12/2012.

¹Engenheiro-Agrônomo, Mestre. Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, 1540, 80035-050, Curitiba, Paraná, Brasil. cristiano@epagri.sc.gov.br (autor para correspondência).

²Engenheira-Agrônoma. Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário Capão do Leão, Caixa Postal 354, 96010-900, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. tacionakuhn@hotmail.com

³Engenheira-Agrônoma, Mestre. Departamento de Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário Capão do Leão, Caixa Postal 354, 96010-900, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.

emiagro@yahoo.com.br

⁴Engenheiro-Agrônomo, Doutor. Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, 1540, 80035-050, Curitiba, Paraná, Brasil. atila.mogor@ufpr.br; maydemio@ufpr.br

disease progress curves, and analysis of variance was used to assess the effect of the seaweed extract on the cultivars. The progress of disease incidence and severity over time for each cultivar was adjusted using monomolecular, logistic and Gompertz models. The seaweed extract had no effect or interaction on *Mycosphaerella* leaf spot control for the tested cultivars. There was a cultivar effect with lower disease intensity in Ventana and Albion, mainly due to reduced inoculum effectiveness delaying the rate of infection. The progress of disease incidence and severity over time was adjusted for all cultivars by logistic and monomolecular models, respectively.

Key words: *Mycosphaerella fragariae*, *Ascophyllum nodosum*, modeling.

INTRODUÇÃO

A mancha das folhas, causada por *Mycosphaerella fragariae* (Tul.) Lindau, é uma das doenças mais comuns, com ampla susceptibilidade, entre as cultivares de morangueiro (Delhomez *et al.*, 1995). A forma predominante de controle é o uso de produtos químicos, o que pode levar à seleção de populações de patógenos resistentes aos fungicidas, aumentar o custo de produção, além de causar problemas ambientais (Fernandes Junior *et al.*, 2002). Diante disso, buscam-se alternativas para o controle da doença, como o extrato da alga *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis, utilizado em diversas culturas como bioestimulante (Mógor *et al.*, 2008).

Em morangueiros, o extrato de *Ascophyllum nodosum* reduziu a massa fresca dos estolões e aumentou o tamanho e o número dos frutos, no trabalho de Porto (2011). Aliado à busca de produtos alternativos para o controle da doença deve existir o emprego de variedades resistentes, por ser aplicável em largas áreas e apresentar baixo impacto ambiental (Delhomez *et al.*, 1995; Camargo, 2011). Neste sentido, a partir da curva de progresso da doença, interações entre patógeno, hospedeiro e ambiente podem ser caracterizadas e, estratégias de controle, avaliadas (Bergamin Filho, 2011). Os objetivos deste trabalho foram: i) avaliar o efeito de cultivares e do extrato de *A. nodosum*, no controle de *mycosphaerella* em morangueiro; ii) ajustar modelos para representar o progresso temporal da incidência e da severidade da mancha e iii) comparar susceptibilidade entre as cultivares.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em 05/06/2009, no município de Pinhais/PR (25° 23' S e 49° 07' O e 930 m de altitude), em área de cultivo orgânico, com plantas em fileiras duplas, espaçadas de 0,3 m x 0,3 m. Após 30 dias, os canteiros foram cobertos com plástico preto de 50 micras (*mulching*) e, posteriormente, com túnel baixo de filme plástico transparente. Avaliaram-se as cultivares Campinas, Tudla, Dover, Toyonoka, Camarosa, Ventana, Albion e Camino Real. Por causa da homogeneidade das condi-

ções experimentais, utilizou-se o delineamento inteiramente ao acaso, com tratamentos em parcelas subdivididas e três repetições. As subparcelas continham oito plantas, avaliando-se as quatro plantas centrais. As cultivares foram alocadas nas parcelas e, nas subparcelas, os tratamentos com extrato da alga *A. nodosum* (EA), na forma do produto comercial Acadian®, com 29% de concentração em volume e diluídos em volume de aplicação de 200 L, aplicados a cada 20 dias, na dose de 2 L de produto comercial (p.c.) ha⁻¹ no solo, iniciando-se no plantio; 2 L p.c. ha⁻¹ nas folhas, iniciando-se 20 dias após o plantio; 1 L p.c. ha⁻¹, a cada dez dias, alternando-se entre solo e folha, iniciando-se no plantio; testemunha sem aplicação do extrato de algas. O período de aplicação do EA foi de junho a dezembro de 2009 (10 aplicações). Para o controle da mancha angular bacteriana (*Xanthomonas fragariae* Kennedy e King), utilizou-se solução contendo sulfato de cobre (0,3%) em cinco aplicações foliares. Para o controle de pulgões, aplicou-se óleo de *Neem* (50 mL p.c. 10 L⁻¹ de água), e, para controle de ácaros, aplicaram-se *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv) e Bioalho® (10 mL p.c. 5 L⁻¹ de água).

O número de folhas com sintomas de *mycosphaerella* em relação ao total (incidência) e o percentual de tecido foliar lesionado (severidade) foram avaliados, quinzenalmente, entre 18/09/09 e 25/01/10. Em vista da dificuldade em avaliar severidade em todas as folhas, a partir de 19/11/2009, cinco folhas sadias, escolhidas aleatoriamente, foram marcadas, entre as quatro plantas úteis da parcela, e avaliadas até 25/01/10, utilizando-se a escala diagramática proposta por Mazaro *et al.* (2006). A partir dos dados de incidência e severidade, calculou-se a área, abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), por integração trapezoidal (Shaner e Finney, 1977). O efeito de cultivares e do EA sobre a AACPD da incidência e da severidade foi verificado pela análise de variância e as médias, comparadas pelo teste de Scott-Knott (5%). Aos dados do progresso temporal da incidência e da severidade, em cada cultivar, foram ajustados os modelos monomolecular ($y=1-(1-y_0)\exp(-rt)$), logístico ($y=1/(1+((1/y_0)-1)\exp(-rt))$) e de Gompertz ($y=\exp(-(-\ln(y_0))\exp(-rt))$), em que y =incidência

ou severidade (em proporção) no tempo t , y_0 =nível inicial da doença e r =taxa de incremento da doença para cada modelo. A qualidade do ajuste dos modelos foi verificada pelo coeficiente de determinação entre os valores observados e os preditos pelos modelos (R^{*2}) e pelo erro padrão residual. As estimativas dos parâmetros do modelo escolhido foram comparadas, entre as cultivares, pelo teste t , a 5 % (Madden *et al.*, 2007). Todas as análises foram realizadas com o sistema R, versão 2.13.2 (R Development Core Team, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) da incidência e da severidade não detectou efeito significativo do extrato de algas ou da interação com cultivares ($p>0,05$). Desta forma, as análises seguiram para comparar o efeito de cultivares. A incidência máxima não diferiu entre as cultivares ($p>0,05$), com média geral de 97,53%. Para AACPD da incidência e da severidade, observou-se a formação de dois grupos pelo teste de Scott-Knott (Tabela 1): ‘Tudla’, ‘Toyonoka’, ‘Camarosa’, ‘Campinas’, ‘Dover’ e ‘Camino Real’, seguido pelo grupo de menores AACPD, com ‘Albion’ e

‘Ventana’. Para o mesmo patossistema e baseados na severidade máxima observada e na AACPD, Delhomez *et al.* (1995) classificaram 23 cultivares diferentes dos deste estudo, em grupos de baixa, moderada, alta e muito alta susceptibilidade, com máxima severidade média de 21,8, 39,6, 54,0 e 73,0%, respectivamente.

A seleção dos modelos para o progresso temporal da incidência e da severidade indicou, respectivamente, os modelos logístico e monomolecular com maiores valores de R^{*2} e menores erros padrões residuais (Tabela 1). Os modelos logístico e monomolecular são mais utilizados para patossistemas de doenças policíclicas e monocíclicas, respectivamente (Madden *et al.*, 2007). Entretanto, o ajuste do modelo monomolecular para severidade de doença policíclica justifica-se, pelo fato de esta variável ter sido quantificada no campo, a partir de folhas sadias dentro de área com incidência da doença entre 70 e 80% (Figura 1). Neste caso, o inóculo alto determinou ajuste dependente do inóculo inicial, característica do modelo monomolecular, em que a velocidade de aumento da doença é proporcional ao inóculo inicial e à taxa de incremento, ambos supostos constantes (Madden & Hughes, 1995).

Tabela 1. Erro padrão residual (Erro) e coeficiente de determinação entre valores observados e preditos (R^{*2}) para os modelos monomolecular, logístico e de Gompertz ajustados aos dados do progresso temporal da incidência e da severidade da mancha de *Mycosphaerella fragariae* em oito cultivares de morangueiro. As estimativas de inóculo inicial (y_0) e da taxa de progresso da doença (r) foram obtidas dos modelos logístico e monomolecular para incidência e severidade, respectivamente

Cultivar	Monomolecular ^a		Logístico ^b		Gompertz ^c		Estimativas dos parâmetros		AACPD
	Erro	R^{*2}	Erro	R^{*2}	Erro	R^{*2}	y_0	r	
Incidência									
Tudla	0,073	70	0,069	73	0,071	72	0,556	0,013	93,46 a
Toyonoka	0,099	72	0,094	75	0,096	74	0,439	0,018	89,69 a
Campinas	0,076	84	0,069	86	0,071	86	0,397	0,020	87,52 a
Camarosa	0,104	77	0,092	82	0,097	80	0,370	0,023	83,63 a
Dover	0,102	81	0,094	84	0,096	83	0,319	0,023	83,48 a
C. Real	0,158	69	0,137	77	0,145	74	0,249	0,027	79,54 a
Albion	0,087	91	0,072	94	0,071	94	0,158	0,030	69,85 b
Ventana	0,102	81	0,071	97	0,067	97	0,033	0,057	66,52 b
Severidade									
Campinas	0,030	83	0,037	75	0,035	77	-0,085	0,002	6,09 a
Dover	0,037	53	0,041	42	0,040	45	-0,081	0,002	4,97 a
Toyonoka	0,019	86	0,025	75	0,023	77	-0,112	0,002	4,79 a
Tudla	0,045	42	0,047	36	0,046	37	-0,188	0,003	4,47 a
Camarosa	0,043	34	0,045	28	0,045	29	-0,040	0,001	3,30 a
C. Real	0,042	45	0,043	42	0,043	43	-0,099	0,002	3,27 a
Ventana	0,037	53	0,014	72	na	na	-0,065	0,001	1,41 b
Albion	0,014	54	0,015	48	0,015	49	-0,085	0,002	1,24 b

^aMonomolecular $y=1-(1-y_0)exp(-rt)$, ^bLogístico $y=1/(1+(1/y_0)-1)exp(-rt)$ e ^cGompertz $y=exp(-(-ln(y_0))exp(-rt))$, em que y = incidência ou severidade (em proporção) no tempo t , y_0 = quantidade inicial da doença e r = taxa de incremento da doença.

AACPD = Área abaixo da curva de progresso da doença. Médias de AACPD da incidência ou severidade seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Scott-Knott (5%).

na: modelo não se ajustou aos dados.

Comparando-se as cultivares pelas estimativas dos parâmetros para o progresso da incidência (Tabela 1), 'Tudla' apresentou maior inóculo inicial (y_0), diferindo, significativamente, de 'Albion' e 'Ventana', com os menores valores. A taxa de progresso da incidência foi maior para 'Ventana' e 'Albion', por retardarem o início da doença, mas não diferiram dos demais na incidência final. Para severidade, o intercepto estimado pelo modelo monomolecular não teve interpretação prática como inóculo inicial (y_0), pois foram selecionadas fo-

lhas sem sintomas da doença, no início das avaliações. Entre as taxas de progresso da severidade, destaca-se que a diferença da taxa do cultivar 'Tudla' é significativa, em relação à taxa dos demais. Diante disso, a menor quantidade de doença nas cultivares 'Albion' e 'Ventana' deve-se, provavelmente, ao atraso no início da epidemia, devido ao menor inóculo inicial efetivo, que confere resistência qualitativa às cultivares (Camargo, 2011), característica importante para o sistema orgânico de produção.

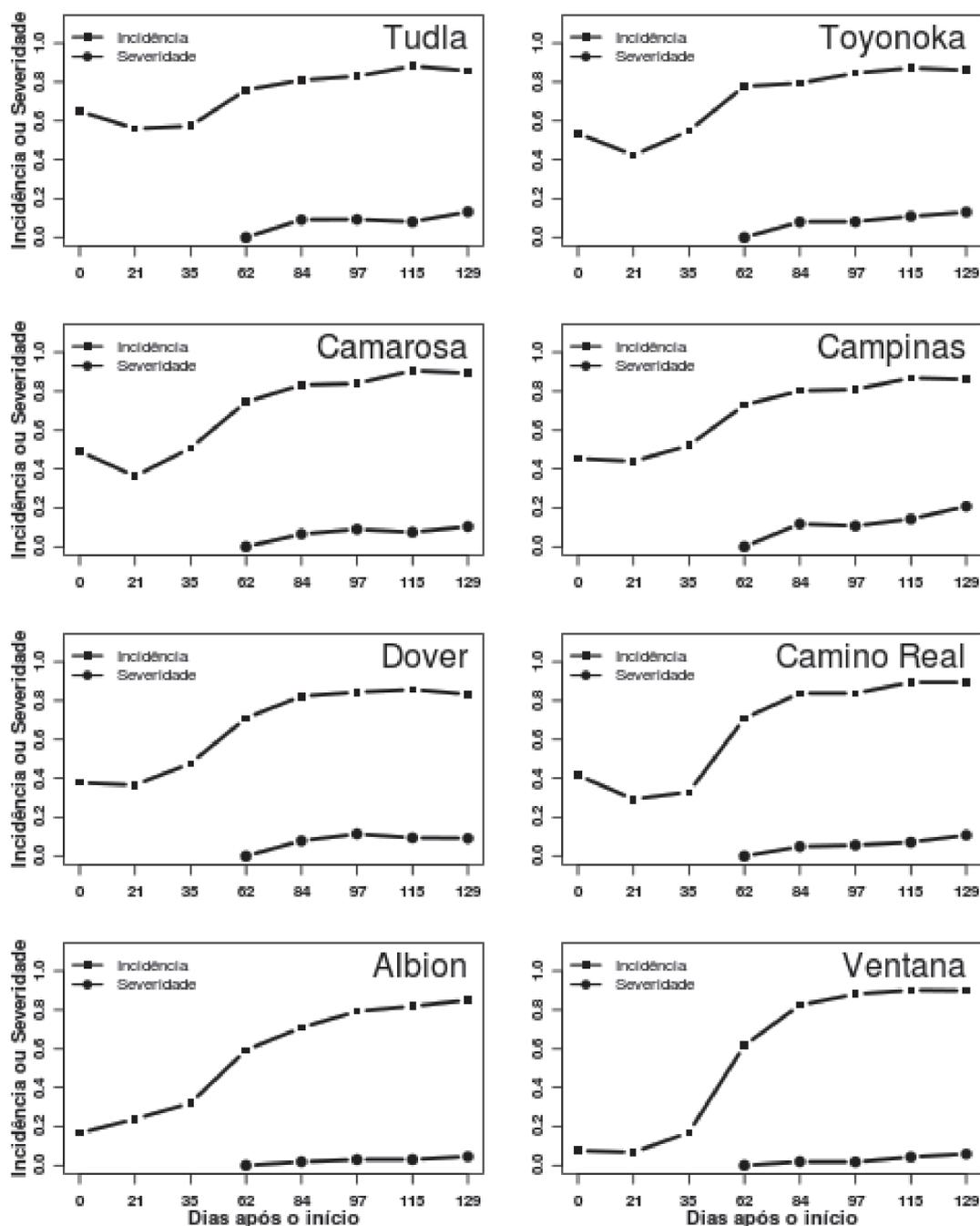


Figura 1. Progresso temporal da incidência e da severidade (em proporção) da mancha de mycosphaerella (*Mycosphaerella fragariae*) em oito cultivares de morangueiro. A avaliação da incidência iniciou em 18/09/09 e da severidade em 19/11/09 (severidade avaliada a partir de folhas sem sintomas).

CONCLUSÕES

O extrato da alga *Ascophyllum nodosum*, na forma aplicada, não foi eficiente no controle de *mycosphaerella*, mas houve resposta diferenciada para susceptibilidade entre as cultivares de morangueiro avaliados. As cultivares Albion e Ventana apresentaram menor susceptibilidade, em relação aos demais, por atrasarem o início da epidemia. Os modelos logístico e monomolecular ajustaram-se aos dados do progresso temporal de incidência e severidade, respectivamente.

REFERÊNCIAS

- Bergamin Filho A (2011) Curvas de progresso da doença. In: Amorin L, Rezende JAM & Bergamin Filho A (Eds.) Manual de Fitopatologia - Princípios e Conceitos. 4ªed. Piracicaba, Agronômica Ceres. p.647-666.
- Camargo LEA (2011) Controle genético. In: Amorin L, Rezende JAM & Bergamin Filho A (Eds.) Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos. 4ªed. Piracicaba, Agronômica Ceres. p.325-341.
- Delhomez N, Carisse O, Lareau M & Khanizadeh S (1995) Susceptibility of strawberry cultivars and advanced selections to leaf spot caused by *Mycosphaerella fragariae*. HortScience, 30:592-595.
- Fernandes Junior F, Furlani PR, Ribeiro IJA & Carvalho CRL (2002) Produção de frutos e estolhos do morangueiro em diferentes sistemas de cultivo em ambiente protegido. Bragantia, 61:25-34.
- Madden LV & Hughes G (1995) Plant disease incidence: distributions, heterogeneity and temporal analysis. Annual Review of Phytopathology, 33:529-564.
- Madden LV, Hughes G & Bosh FVD (2007) The study of plant disease epidemics. Minnesota, The American Phytopathological Society. 421p.
- Mazaro SM, De Gouvea A, May De Mio LL, Deschamps C, Biasi LA & Citadin I (2006) Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha-de-micosferela em morangueiro. Ciência Rural, 36:648-652.
- Mógor AF, Ono EO, Rodrigues JD & Mógor G (2008) Aplicação foliar de extrato de alga, ácido L-glutâmico e cálcio em feijoeiro. Scientia Agrária, 9:431-437.
- Porto TP (2011) Características produtivas e físico-químicas de frutos de morangueiro orgânico cultivado com o uso de extrato de algas. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 121p.
- R Development Core Team (2011) R: A Language and environment for statistical computing. Vienna, R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acessado em: 20 de novembro de 2011.
- Shaner G & Finney RE (1977) The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. Phytopathology, 67:1051-1056.