

Dinâmica temporal da mancha foliar da 'Gala' em macieiras conduzidas sob os sistemas de produção convencional e orgânico

Temporal dynamic of 'Gala' leaf spot in apples under conventional and organic production systems

Amauri Bogo^{1*} Waldir Cintra de Jesus Júnior^{II} Ricardo Trezzi Casa^I
Paulo Roberto Kuhnem Júnior^I Luthiani Paim Cesa^I

- NOTA -

RESUMO

Este trabalho objetivou avaliar a dinâmica temporal da Mancha Foliar da 'Gala' em macieira nos sistemas convencional e orgânico de produção, em condições edafoclimáticas do Planalto Catarinense. A incidência e severidade foram quantificadas quinzenalmente, em 100 folhas, distribuídas em quatro ramos da cultivar 'Royal Gala' com 12 repetições, gerando 16 mapas em cada sistema de produção. A severidade foi avaliada de acordo com escala diagramática específica. Com os dados obtidos, foram plotadas curvas de progresso da doença, e as epidemias foram comparadas em relação à a) início do aparecimento dos sintomas (IAS); b) tempo para atingir a máxima incidência e severidade da doença (TAMID e TAMSD); c) valor máximo de incidência e severidade da doença (I_{max} e S_{max}); e d) área abaixo da curva de progresso da incidência e severidade da doença (AACPID e AACPSD). Os dados de incidência e severidade foram analisados por meio de análise de regressão linear simples, sendo ajustados para três modelos empíricos, Logístico, Monomolecular e Gompertz. A cultivar 'Royal Gala' foi suscetível ao *Colletotrichum* sp., e as maiores intensidades de doença foram registradas no sistema de produção orgânico. O modelo mais apropriado para descrever o progresso da doença foi o Logístico e, por meio do uso da incidência, não foram detectadas diferenças significativas entre os sistemas de produção, porém a taxa de progresso da severidade da doença foi significativamente maior no sistema de produção orgânico do que no convencional.

Palavras-chave: *Malus domestica*, *Colletotrichum*, epidemiologia.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the temporal dynamic of 'Gala' leaf spot under conventional and organic systems of production in edafoclimatic conditions of Santa Catarina plateau. The incidence and severity were quantified biweekly in 100 leaves distributed in four branches of the "Royal Gala" cultivar with 12 replications, generating 16 maps for each system of production. The disease severity was evaluated in accordance with the specific diagrammatic scale. Curves of disease progress were made and the epidemics compared according to: a) the beginning of symptoms appearance (BSA); b) the time to reach the maximum disease intensity and severity (TRMDI and TRMDS); c) the maximum value of disease intensity and severity (I_{max} and S_{max}); and d) area under the incidence and severity disease progress curve (AUIPCI and AUSDPC). The incidence and severity data were analyzed by linear regression, adjusted for three empirical models, Logistic, Monomolecular and Gompertz. The 'Royal Gala' cultivar was susceptible to *Colletotrichum* spp. and the highest disease intensity was observed in the organic than in conventional system of production. The Logistic epidemiological model was the most appropriate to describe the disease progress curve and, there is no significant difference between systems when used only incidence value. The severity progress rate (r) was significantly higher in the organic than in the conventional system of production.

Key words: *Malus domestica*, *Colletotrichum*, epidemiology

A cultura da macieira (*Malus domestica* Bork.) produziu, na safra 2006/07, cerca de 1.100 mil

^IPrograma de Pós-graduação em Produção Vegetal, Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Av. Luis de Camões, 2009, 88520-000, Lages, SC, Brasil. E-mail: a2ab@cav.udesc.br. *Autor para correspondência.

^{II}Centro de Ciências Agrárias (CCA), Universidade Federal do Espírito Santos (UFES), Alegre, ES, Brasil.

toneladas em uma área de 37,6 mil ha, sendo os Estados de Santa Catarina, com 60% da produção nacional, Rio Grande do Sul e Paraná os maiores produtores nacionais. (ICEPA, 2008). A mancha foliar da 'Gala' (MFG), também conhecida como mancha foliar de *Glomerella*, é a principal doença de verão e o agente causal são espécies de *Colletotrichum*, principalmente *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. (BONETI et al., 1999). A MFG foi constatada pela primeira vez no Estado do Paraná, em 1983 (LEITE Jr. et al., 1988), disseminando-se mais tarde para todas as regiões produtoras de maçã no sul do Brasil. A doença ocorria com maior intensidade nas regiões de clima quente; porém, atualmente, ocorre em regiões de clima mais frio e com altitude de até 1.400m (BONETI et al., 1999).

No cultivo da macieira em sistema convencional, o controle das doenças tem sido dificultado em razão da preocupação com os riscos de contaminação ambiental, a intoxicação humana, a seleção de isolados resistentes aos fungicidas e a recente proibição de utilização de alguns dos agroquímicos por determinados mercados consumidores. Nesse sentido, o cultivo orgânico surge como uma alternativa, no qual se busca preservar a qualidade do produto final e reduzir o impacto ambiental em relação ao sistema convencional (REGANOLD et al., 2000). Entretanto, a implementação do sistema orgânico requer um estudo detalhado da epidemiologia das principais doenças. A comparação de epidemias em sistemas de produção convencional e orgânica tem sido pouco explorada, embora seja importante para avaliar a eficiência de ambos os sistemas no manejo de doenças. Sendo assim, o presente trabalho objetivou caracterizar a dinâmica temporal da MFG nos sistemas de produção convencional e orgânico, na cultivar 'Royal Gala'.

Os experimentos foram conduzidos no Município de Urupema, Santa Catarina (SC), nos anos de 2002/03 e 2003/04, em uma altitude de 1.425 metros, onde predomina clima mesotérmico úmido (Cfb), segundo classificação de Köppen. Os dois pomares de maçã conduzidos nos sistemas convencionais (1.950 plantas) e orgânicos (1.250 plantas) distam 1,5km, em solo tipo Cambissolo, com espaçamento de 5m entre linhas e 3m entre plantas com a cultivar 'Royal Gala' sobre o porta-enxerto EM-7. A incidência e a severidade da doença foram quantificadas quinzenalmente, de outubro a fevereiro de cada ano, em 12 plantas aleatórias, totalizando 16 avaliações. Em cada planta, foi selecionado um total de 100 folhas (25 folhas em quatro ramos medianos). A incidência foi determinada pelo número de folhas com sintomas em relação ao

número total de folhas avaliadas, e a severidade foi avaliada com auxílio de escala diagramática específica de LIMA & BLUM (2002). Foram plotadas curvas de progresso da incidência e severidade, a partir da média dos valores obtidos das 12 repetições, e as epidemias foram comparadas em relação ao início do aparecimento dos sintomas (IAS), ao tempo para atingir a máxima incidência e severidade da doença (TAMID e TAMSD), ao valor máximo de incidência e severidade da doença (I_{max} e S_{max}) e à área abaixo da curva de progresso da incidência e da severidade da doença (AACPID e AACPSD), empregando-se o teste t ($P < 0,05$).

Modelos epidemiológicos Monomolecular - ($dx/dt = r(1-x)$), Logístico - ($dx/dt = rx(1-x)$) e Gompertz - ($dx/dt = rx(-\ln x)$) foram ajustados, tanto para os dados de incidência, quanto de severidade, em que x é a incidência (ou severidade) da doença (em proporção), r , a taxa de infecção, e t , o tempo (CAMPBELL & MADDEN, 1990). Desse modo, os dados de incidência e severidade da doença (em proporção), linearizados pelas transformações Monomolecular, Logística e de Gompertz, foram ajustados a modelo de regressão linear simples, tendo o tempo (dias após a primeira avaliação) como variável independente. O grau de ajuste de cada modelo aos dados foi avaliado em função dos valores do coeficiente de determinação ajustado da análise de regressão (R^{*2}), do valor do quadrado médio dos desvios e do gráfico dos resíduos (JESUS Jr. et al., 2004). As taxas de progresso da doença (r) das curvas de incidência e da severidade da MFG foram estimadas pelo parâmetro b da equação de regressão, obtidas a partir do modelo que permitiu melhor ajuste dos dados, sendo comparadas pelo intervalo de confiança (CAMPBELL & MADDEN, 1990). As curvas de progresso da incidência e severidade da MFG foram analisadas. Dos modelos matemáticos testados, o Logístico permitiu melhor ajuste dos dados, com base no R^{*2} , quadrado médio dos desvios e gráfico dos resíduos, sendo esse modelo selecionado para comparação da incidência e severidade nos dois sistemas de produção.

As curvas de progresso da incidência da MFG, estimadas pelo modelo logístico, apresentaram paralelismo nos dois sistemas de produção e nos ciclos de cultivo (Figura 1), o que significa que ambas as curvas possuem a mesma forma de crescimento, não sendo detectadas diferenças significativas, por meio da utilização do intervalo de confiança, para os valores de taxa de progresso da doença; entretanto, os valores de inóculo inicial foram estatisticamente diferentes nos sistemas convencional e orgânico, respectivamente. No entanto, quando se compara a AACPID (Tabela 1), verifica-se que, no sistema orgânico de produção, os

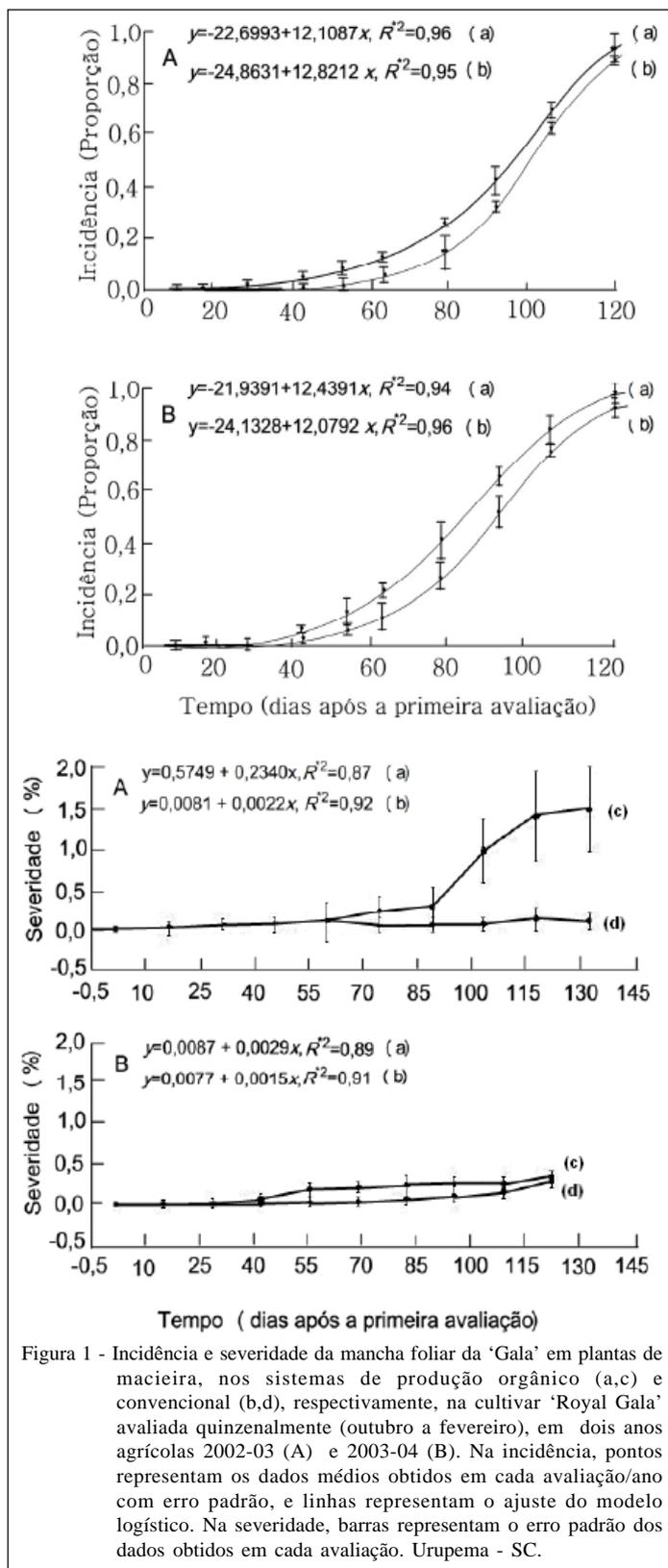


Figura 1 - Incidência e severidade da mancha foliar da 'Gala' em plantas de macieira, nos sistemas de produção orgânico (a,c) e convencional (b,d), respectivamente, na cultivar 'Royal Gala' avaliada quinzenalmente (outubro a fevereiro), em dois anos agrícolas 2002-03 (A) e 2003-04 (B). Na incidência, pontos representam os dados médios obtidos em cada avaliação/ano com erro padrão, e linhas representam o ajuste do modelo logístico. Na severidade, barras representam o erro padrão dos dados obtidos em cada avaliação. Urupema - SC.

Tabela 1 - Início do aparecimento dos sintomas (IAS), tempo médio para atingir máxima incidência (TAMID) e severidade (TAMSD) de doença, incidência máxima (I_{max}) média, severidade máxima (S_{max}) média, área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPID) e severidade da doença média (AACPSD) da mancha foliar da 'Gala' na cultivar 'Royal Gala', nos sistemas de produção convencional e orgânico. Urupema - SC.

Variável	-----Safr 2002/2003-----		-----Safr 2003/2004-----	
	Convencional	Orgânico	Convencional	Orgânico
IAS (dias)	10a ⁴	1b	56a	42b
TAMID (dias)	118a	120 ^a	125a	115b
TAMSD (dias)	83a	128 ^a	114a	104b
I_{max} (%) ¹	0,98a	0,95 ^a	0,94a	0,99a
S_{max} (%) ²	0,26a	1,42b	0,27a	0,34b
AACPID ³	25,42a	35,17b	28,68a	38,83b
AACPSD ³	11,45 a	42,98 b	6,82 a	15,85 b

¹ Incidência média estimada em folhas com sintomas.

² Severidade média estimada com o auxílio de escala diagramática específica (LIMA & BLUM, 2002).

³ Calculada por integração trapezoidal dos valores de incidência -I e severidade -S (CAMPBELL & MADDEN, 1990).

⁴ Médias não seguidas por mesma letra minúscula na linha, para cada variável, diferem significativamente entre si pelo teste t (P < 0,05).

valores de AACPID foram estatisticamente superiores aos valores obtidos no sistema convencional.

A severidade da MFG foi relativamente baixa em ambos os sistemas (Figura 1), porém maior no sistema orgânico (1,42% e 0,34% nas safras 2002-3 e 2003-4, respectivamente) do que no sistema convencional (0,26% e 0,27% nas safras 2002-3 e 2003-4, respectivamente). Com base nos modelos lineares obtidos nos sistemas convencional e orgânico (Tabela 1 e Figura 1), foram detectadas diferenças significativas, por meio da utilização do intervalo de confiança, para os valores de taxa de progresso da doença e de inóculo inicial, sendo significativamente maior no sistema orgânico. Além disso, também foram detectadas diferenças significativas entre os sistemas de produção em relação ao IAS, TAMID, TAMSD, I_{max} e S_{max} nos dois períodos estudados. O IAS, o TAMID e o TAMSD foram mais curtos no sistema orgânico do que no sistema convencional e, quando se comparam as épocas de estudo, o IAS ocorreu mais cedo na safra 2002-3, nos dois sistemas de produção (Tabela 1). Na safra 2003-4, o IAS ocorreu somente a partir dos 42 e 56 dias, nos sistemas orgânico e convencional, respectivamente, provavelmente pelo fato de ter ocorrido um período de déficit hídrico, o qual afetou o período de molhamento foliar, fator determinante para o início dos períodos de infecções.

Com os dados obtidos em dois anos de avaliações, os quais expressam um bom grau de confiança para a realidade do patossistema na região, conclui-se que a incidência da MFG não é reduzida em nenhum dos sistemas de produção avaliados. Esse resultado pode ser interpretado, até certo ponto, do

seguinte modo: as práticas utilizadas no sistema orgânico são tão eficientes quanto aquelas empregadas no convencional. Entretanto, a severidade da doença é significativamente maior no sistema orgânico do que no convencional. Uma das prováveis explicações para tal diferença entre os sistemas de produção deve estar relacionada à presença de inóculo em restos culturais, que pode ter favorecido a doença no sistema orgânico em relação ao sistema convencional. Além disso, evidencia-se a eficiência dos fungicidas utilizados em reduzir a autoinfecção no sistema convencional. Além disso, a maioria dos fungicidas mais econômicos e eficazes utilizados no controle da MFG são protetores (CRUSIUS et al., 2002). Portanto, é um risco esperar pelo aparecimento do primeiro sintoma da doença para iniciar as pulverizações. Assim, verifica-se que o uso de variedades resistentes é a medida mais adequada para o manejo da MFG SANHUEZA (2004), por exemplo, indica as cultivares 'Mollies Delicious' e 'Fuji' como resistentes. Além disso, é de fundamental importância a aplicação de estratégias de profilaxia, visando a reduzir o inóculo inicial do patógeno nas áreas de produção orgânica.

REFERÊNCIAS

- BONETI, J.I.S. et al. **Manual de identificação de doenças e pragas da macieira**. Florianópolis: Epagri, 1999. 56p
- CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: Wiley, 1990. 560p.
- CRUSIUS, L.U. et al. Epidemiology of apple leaf spot. **Fitopatologia Brasileira**, v.27, p.65-70, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100->

41582002000100010&script>. Acesso em: 20 abr. 2009. doi: 10.1590/S0100-41582002000100010.

ICEPA. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina – 2006/2007**. Florianópolis, SC: Instituto Cepa, 2008. 52p.

JESUS JR, W.C. et al. Análise temporal de epidemias. In: VALE, F.X.R. et al. (Eds.). **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte, MG: Perfil, 2004. p.125-192.

LEITE JUNIOR, R.P. et al. **Ocorrência de mancha foliar de Glomerella em macieira no Estado do Paraná**. Curitiba, PR: IAPAR, 1988. 6p. (Informe de Pesquisa , 81).

LIMA, E.B.; BLUM, L.E.B. Aspectos epidemiológicos da mancha foliar da 'Gala'. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2002, Belém, PA. **Anais...** Belém: MP-Design Gráfico, 2002. V1, 365p. p.125.

REGANOLD, J.P. et al. Systematic method for rating soil quality of conventional, organic, and integrated apple orchards in Washington State. **Agriculture Ecosystem Environment**, v.80, p.29-45, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2008000300007>. Acesso em: 03 nov. 2009. doi: 10.1590/S0100-204X2008000300007.

SANHUEZA, R.M.V. **Frutas do Brasil: maçã - Fitossanidade**. Bento Gonçalves: EMBRAPA, 2004. 60p. (Circular Técnica 38).