

Modelo de previsão da mancha da gala na macieira baseado na temperatura e na duração do molhamento foliar¹

Yoshinori Katsurayama² e José Itamar da Silva Boneti³

Resumo – Visando desenvolver um modelo de previsão da mancha da gala (*Colletotrichum gloeosporioides*), em casa de vegetação, em mudas de macieira com apenas uma haste, da cultivar Gala, foram inoculadas com suspensão de 1×10^6 conídios/ml de *C. gloeosporioides* e depois mantidas em câmara de inoculação a 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24 e 26°C (> 98% de umidade relativa do ar, no escuro) durante 8, 10, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 54, 60, 66, 72 e 96h. Foram, então, transferidas para uma sala de crescimento (14h de fotófase) nas mesmas temperaturas da inoculação. Pela interação entre o período de molhamento foliar e as diferentes temperaturas foi possível estabelecer uma superfície de resposta como modelo para estimar a severidade da mancha da gala, cuja equação resultante é: $Y = -91,497 + (7,851 \times T) + (0,243 \times PMF) + (-0,177 \times T \times T) + (0,021 \times T \times PMF) + (-0,002 \times PMF \times PMF)$, onde T = temperatura (°C) e PMF = período de molhamento foliar (h).

Termos para indexação: *Malus domestica*, *Colletotrichum gloeosporioides*, epidemiologia, previsão da doença.

Model for forecasting the leaf spot disease in apple trees based on temperature and leaf wetness duration

Abstract – The effect of temperature and leaf wetness duration on the development of *Glomerella* leaf spot disease was characterized in greenhouse study. Potted apple plants of cv. Gala were inoculated with *C. gloeosporioides* (10^6 conidia/ml), and submitted to 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24 and 26°C under continuous wetness (8, 10, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 54, 60, 66, 72 and 96h). The best equation to explain the interaction between leaf wetness duration (LWD, h) and temperature (T, °C) on the severity of *Glomerella* leaf spot was $Y = -91,497 + (7,851 \times T) + (0,243 \times LWD) + (-0,177 \times T \times T) + (0,021 \times T \times LWD) + (-0,002 \times LWD \times LWD)$.

Keywords: *Malus domestica*, *Colletotrichum gloeosporioides*, epidemiology, disease forecast.

Introdução

A mancha da gala (MG) é uma doença da macieira tipicamente brasileira. Foi relatada pela primeira vez no Estado do Paraná em 1983 (Leite et al., 1988) e disseminou-se por todas as regiões do Brasil onde a macieira é cultivada. No Estado de Santa Catarina, a MG se estabeleceu no ciclo 1988/89. Contudo, até o ciclo 1997/98, ficou restrita às regiões mais quentes, com altitude inferior a 1.200m. Então, devido ao fenômeno *El Niño*, a doença se disseminou pelas regiões mais altas e frias de Santa Catarina (1.300 a 1.500m), tornando-

-se um dos problemas fitossanitários mais sérios da cultura da macieira (Katsurayama et al., 2000) (Figura 1).

O sistema de controle da MG atualmente em uso consiste na aplicação de fungicidas protetores a partir do final da floração da macieira (outubro) até o período pós-colheita da maçã 'Gala' (final de março) (Katsurayama & Boneti, 2009). Isso implica grande número de pulverizações, principalmente de fungicidas do grupo dos ditiocarbamatos.

Alguns estudos foram realizados visando ao desenvolvimento de um modelo de previsão dessa doença. O modelo empírico descrito por Bleicher

et al. (1995) relaciona a epidemia da MG à ocorrência de temperatura $\geq 18^\circ\text{C}$ e ao período de molhamento foliar (PMF) e $\geq 14\text{h}$, ou 10h ou mais de UR (umidade relativa) $\geq 90\%$ quando, então, é considerado um dia favorável. O controle é recomendado quando ocorrerem 4 ou mais dias favoráveis nos últimos 10 dias.

Katsurayama et al. (2000) associaram os dados meteorológicos coletados em cinco regiões pomícolas representativas do Estado de Santa Catarina com o estabelecimento e a evolução da MG nas áreas monitoradas. Com isso, desenvolveram um modelo empírico de

Aceito para publicação em 30/9/10.

¹ Este trabalho foi executado com recursos do Projeto Inovamaçã.

² Eng.-agr., M.Sc, Epagri/Estação Experimental de São Joaquim, C.P. 81, 88600-000 São Joaquim, SC, fone: (49) 3233-0324, e-mail: katsuray@epagri.sc.gov.br.

³ Eng.-agr., M.Sc, Epagri/Estação Experimental de São Joaquim, e-mail: boneti@epagri.sc.gov.br.

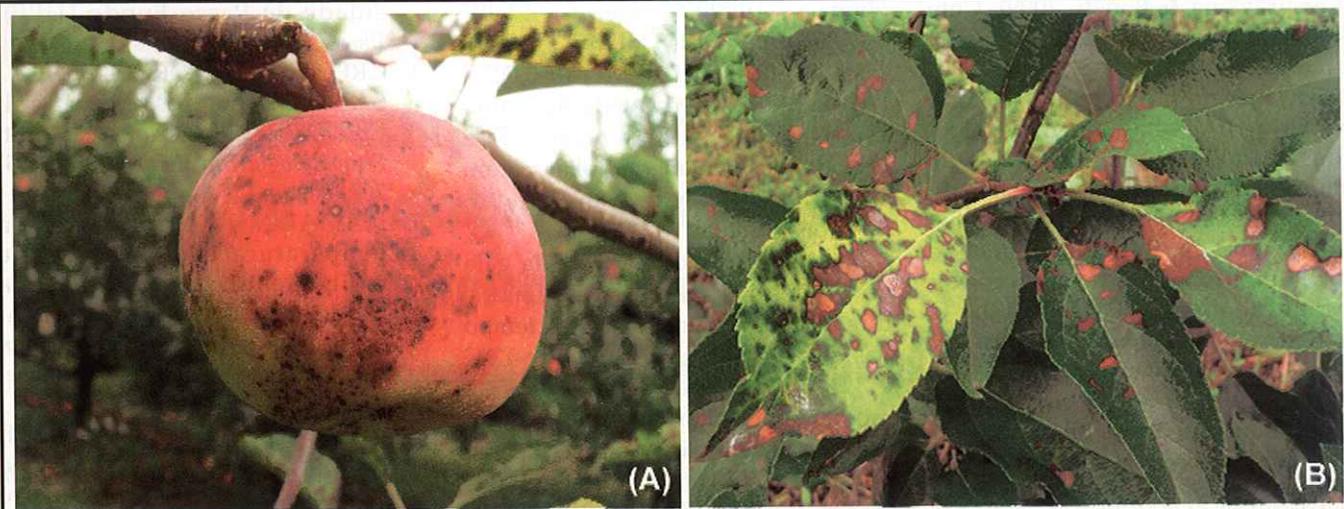


Figura 1. Sintomas da mancha da gala em cultivar Gala (A) no fruto e (B) nas folhas

previsão baseado na ocorrência de 3 ou mais dias consecutivos de chuva, $PMF \geq 10h$ e temperatura durante o $PMF \geq 15^\circ C$. Mais tarde, Katsurayama & Boneti (2006) ajustaram o modelo empírico acima para contemplar as temperaturas $< 15^\circ C$, bem como os $PMF \geq 20h/dia$ e, com isso, classificar mais precisamente os períodos críticos da doença.

Crusius et al. (2002) desenvolveram, em ensaios sob condições controladas, um modelo indutivo para previsão da MG baseado na interação entre a temperatura e o período de molhamento foliar na severidade da MG. Trabalhos subsequentes indicaram a necessidade de ajustar esse modelo, tanto para PMF menores que 12h, quanto para temperaturas inferiores a $14^\circ C$.

Este estudo teve como objetivo contribuir para o aperfeiçoamento do modelo indutivo de previsão da MG por meio de avaliações, em condições controladas, do efeito da temperatura e do período de molhamento foliar na severidade da MG.

O estudo foi realizado em 2008 e 2009. Foram utilizadas macieiras da cultivar Gala com haste única, mantidas em casa de vegetação em vasos contendo 2L de solo. *Colletotrichum gloeosporioides* utilizado no presente ensaio foi o isolado CG 197, coletado em 1992 em Frei Rogério, SC, de folha de macieira cultivar Gala e mantido em meio de cultura BDA (batata, dextrose, ágar). O inóculo foi produzido transferindo-se três discos de micélio (6mm de diâmetro)

cultivado em meio de BDA (39g/L, Merck), para o meio líquido de dextrose (10g/L) e batata (200g/L) e mantido sob agitação, no escuro, a $20^\circ C$, durante 4 dias. A suspensão de conídios foi, então, ajustada utilizando um hemacitômetro para 1×10^6 conídios/ml e a face adaxial das folhas inoculada com um pulverizador manual até o ponto de gotejamento. Após a inoculação, as plantas foram mantidas na câmara de inoculação durante 8, 10, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 54, 60, 66, 72 e 96h à temperatura de 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24 e $26^\circ C$, de acordo com o experimento. Completados os períodos estabelecidos, as plantas foram transferidas para um fítotron a 50% de UR, 9.000lux e mesma temperatura do ensaio, onde foram mantidas durante 30min para interromper o molhamento. Depois, foram transferidas para a sala de crescimento regulado na mesma temperatura do ensaio ($T \pm 0,5^\circ C$, 14h de fotófase e umidade ambiente). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições por tratamento, e uma planta em vaso por repetição.

A avaliação da severidade da MG foi feita nas cinco folhas apicais da planta, determinando-se a porcentagem de área foliar doente. O intervalo entre a inoculação e a avaliação variou de 4 dias para as temperaturas mais altas (24 e $26^\circ C$) até 9 dias para as temperaturas mais baixas (12 e $14^\circ C$). Um modelo de regressão múltipla para a severidade da doença em função da temperatura

e PMF considerando o efeito da interação entre as variáveis predictoras foi obtido utilizando programa estatístico (Figura 2).

A $12^\circ C$ nenhum sintoma ocorreu nas plantas submetidas a 48h de PMF. A ausência de sintomas com 48h de PMF a $12^\circ C$ também é relatada no patossistema *Colletotrichum lindemuthianum*: feijoeiro (Tu, 1992). As lesões, na forma de pontuações minúsculas, só foram observadas nas plantas submetidas a pelo menos 72h de molhamento foliar, resultado que ratifica os anteriores (Hamada, 2005). A $14^\circ C$ o nível crítico de 1% (Magarey et al., 2005) só foi observado nas plantas submetidas a mais de 48h de PMF. Para os PMFs de 20 a 24h, o índice de severidade (IS) da MG variou entre 0,05% e 0,15%. E nas plantas submetidas a 48 e 72h de molhamento (a $14^\circ C$) os ISs foram 0,5% e 3,5%, respectivamente.

Severidades mais altas podem ser obtidas submetendo as plantas a PMFs mais longos que os testados; esse aumento, porém, deve-se muito mais à expansão das lesões, causada pela permanência das plantas por longo tempo em ambiente úmido, do que ao aumento no número de lesões por folha. A $16^\circ C$ nenhuma lesão foi observada com 12h de molhamento. As manchas, observadas a partir de 16h de molhamento, aumentaram linearmente até o maior PMF testado, de 72h. Com base nos estudos de campo, a temperatura em torno de $16^\circ C$ é considerada limiar para o aparecimento da doença nos pomares ▶

(Katsurayama & Boneti, 2009). Com 48h de molhamento a 16°C o IS ficou em torno de 10%.

Do mesmo modo que o relatado por Crusius (2000), sintoma a 18°C foi constatado a partir de 16h de molhamento foliar. Entretanto, IS \geq 1% só foi observado nas plantas submetidas a 24h ou mais de molhamento e IS de 10% só foi atingido quando PMF > 42h. O sintoma a 20°C foi observado com 10h de molhamento, porém só foi significativo (IS \geq 1%) com 12h ou mais. Requerimento de 10h ou mais de PMF para infecção está de acordo com os dados de outras doenças, como a antracnose das leguminosas (Lenné, 1992), diferente do relatado por Crusius et al. (2002), que é de 6h para a MG.

A 22°C a infecção ocorreu também a partir de 10h de molhamento foliar, porém IS de 10% só foi observado nas plantas submetidas a 30h de molhamento. A 24°C a infecção (IS = 0,08%) foi observada em plantas submetidas a PMF de 8h, porém IS > 10% só foi observado com PMF de 18h. Finalmente, a 26°C, a maior temperatura testada, a curva de severidade praticamente não diferiu da observada a 24°C, porém IS de 10% só foi observado após 24h de PMF.

Com os dados de severidade da MG estimada para cada interação entre temperatura (T) e PMF, foi

obtida a seguinte equação: $Y = -91,497 + (7,851 \times T) + (0,243 \times \text{PMF}) + (-0,177 \times T \times T) + (0,021 \times T \times \text{PMF}) + (-0,002 \times \text{PMF} \times \text{PMF})$, representada na Figura 2. Ambos os fatores, temperatura e período de molhamento foliar, foram significativos (teste t) ao nível de 1% de probabilidade.

A severidade da mancha da gala em macieiras da cultivar Gala é diretamente relacionada com o tempo nas faixas de temperatura entre 12°C e 26°C quando submetidas a molhamento foliar contínuo. Há um aumento progressivo da severidade a partir de 12°C, com manifestação das lesões desde minúsculos pontos necróticos até a necrose total das folhas. Pela interação entre o período de molhamento foliar e as diferentes temperaturas foi possível estabelecer uma superfície de resposta como modelo para estimar a severidade da mancha da gala.

Literatura citada

1. BLEICHER, J.; BERTON, O.; RIBEIRO, N.A. Previsão e controle da mancha necrótica foliar na macieira. *Agropecuária Catarinense*, v.8, n.1, p.45-47, 1995.
2. CRUSIUS, L.U. *Epidemiologia da mancha foliar da macieira*. 2000. 58f. Dissertação de Mestrado. Univer-

sidade de Passo Fundo (UPF), Passo Fundo, RS.

3. CRUSIUS, L.U.; FORCELINI, C.A.; SANHUEZA, R.M.V. et al. Epidemiology of apple leaf spot. *Fitopatologia Brasileira*, v.27, p.65-70, 2002.
4. HAMADA, N.A. Influência da temperatura e do período de molhamento foliar (PMF) na incidência e severidade da mancha-foliar-da-gala (*Colletotrichum* spp.). *Agropecuária Catarinense*, v.18, n.2, p.73-77, 2005.
5. KATSURAYAMA, Y.; BONETI, J.I.S. Previsão da sarna e da mancha da gala: Sistema Sempre Alerta. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 7., São Joaquim, SC. *Anais...* São Joaquim, SC: Epagri, 2006. p.33-41.
6. KATSURAYAMA, Y.; BONETI, J.I.S. Manejo das doenças de verão da macieira no sul do Brasil. In: STADNIK, M.J. (Ed.). *Manejo integrado das doenças da macieira*. Florianópolis: CCA-UFSC, 2009. p.45-64.
7. KATSURAYAMA, Y.; BONETI, J.I.S.; BECKER, W.F. Mancha Foliar da Gala: principal doença de verão da cultura da macieira. *Agropecuária Catarinense*, v.13, n.3, p.14-19, 2000.
8. LEITE Jr., R.P.; TSUNETI, M.; KISHINO, A.Y. *Ocorrência de mancha foliar de Glomerella em macieira no Estado do Paraná*. Londrina, PR: Iapar, 1988. 6p. (Iapar, Informe de Pesquisa, 81).
9. LENNÉ, J.M. *Colletotrichum* diseases of legumes. In: BAILEY, J.A.; JEGGER, M.J. (Eds.). *Colletotrichum: Biology, Pathology and Control*. CAB International, 1992. p.134-166.
10. MAGAREY, R.D.; SUTTON, T.B.; THAYER, C.L. A simple generic infection model for foliar fungal plant pathogens. *Phytopathology*, v.95, p.92-100. 2005.
11. TU, J.C. *Colletotrichum lindemuthianum* on bean: Population dynamics of the pathogen and breeding for resistance. In: BAILEY, J.A.; JEGGER, M.J. (Eds.). *Colletotrichum: Biology, Pathology and Control*. CAB International, 1992. p.203-224. ■

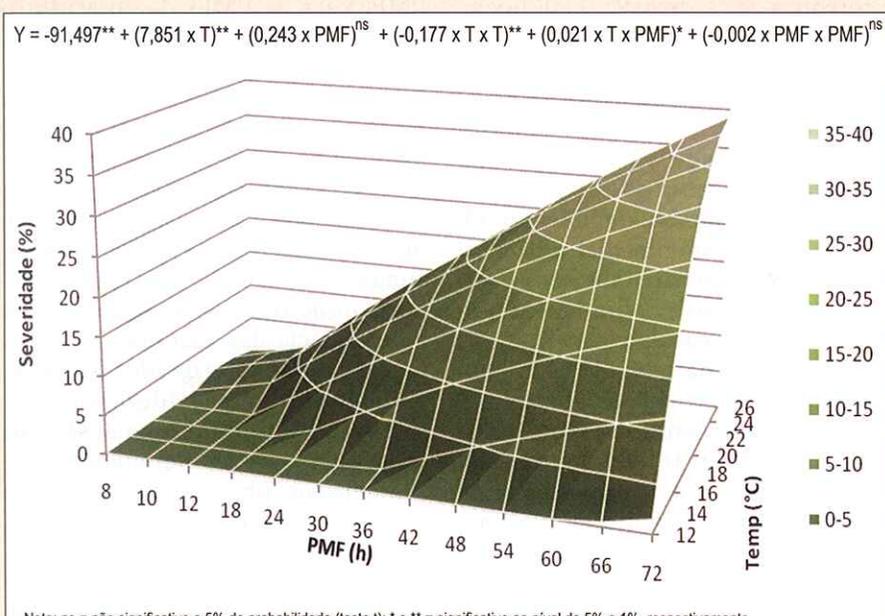


Figura 2. Efeito da temperatura (T) e do período de molhamento foliar (PMF) na severidade da mancha da gala