

ESTIMATIVA DA DURAÇÃO DO PERÍODO DE MOLHAMENTO EM VINHEDO DE 'NIAGARA ROSADA'

JORGE LULU¹, PAULO C. SENTELHAS², MÁRIO J. PEDRO JÚNIOR³,
JOSÉ R. M. PEZZOPANE⁴, GABRIEL C. BLAIN⁵

1 Eng. Agrícola, Doutorando, Depto de Ciências Exatas, Esalq/USP, Piracicaba – SP, Fone: (0 xx 19) 3276-4707 / 9157-6689, j_lulu@yahoo.com (bolsista FAPESP)

2 Eng. Agrônomo, Livre-Docente, Depto de Ciências Exatas, Esalq/USP, Piracicaba - SP.

3 Eng. Agrônomo, Pesquisador Científico, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Ecofisiologia e Biofísica, IAC, Campinas – SP.

4 Eng. Agrônomo, Prof. Adjunto 1, Centro Universitário do Norte do Espírito Santo, UFES, São Mateus – ES.

5 Eng. Agrícola, Pesquisador Científico, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Ecofisiologia e Biofísica, IAC, Campinas – SP.

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju - SE

RESUMO: O objetivo do presente estudo foi avaliar a estimativa da duração do período de molhamento (DPM) no gramado por diferentes modelos a partir de dados meteorológicos obtidos em uma estação meteorológica padrão e verificar as relações entre a DPM estimada para o gramado e a medida em um vinhedo de 'Niagara Rosada', conduzido em espaldeira, em Jundiaí, SP. O sensor de molhamento no vinhedo foi instalado no topo da planta com a face superior do sensor voltada para sudoeste (Topo-SO), com três repetições. Os quatro modelos de estimativa da DPM foram: resistência aerodinâmica (RES), número de horas com umidade relativa do ar acima de 90% (NHUR>90%), depressão do ponto de orvalho (DPO) e árvore de classificação e regressão (CART). O modelo CART estimou melhor a DPM no gramado, apresentando uma boa precisão ($R^2 = 0,82$) e uma ótima exatidão ($d = 0,94$), resultando num bom índice de confiabilidade ($c = 0,85$). Esta estimativa também apresentou uma boa correlação com a DPM medida no interior do vinhedo, com uma precisão razoável ($R^2 = 0,87$) e uma ótima exatidão ($d = 0,96$), resultando num ótimo índice de confiabilidade ($c = 0,93$), sendo possível estimar a DPM no vinhedo por meio de dados estimados no gramado.

PALAVRAS-CHAVE: *Vitis labrusca*, umidade relativa, modelo CART

ESTIMATING LEAF WETNESS DURATION IN A 'NIAGARA ROSADA' VINEYARD

ABSTRACT: The objective of the present study was to estimate leaf wetness duration (LWD) over turfgrass considering different models with data from a standard weather station, and to evaluate the correlation between estimated LWD and LWD measured in a 'Niagara Rosada' vineyard, cultivated in a hedgerow training system, in Jundiaí, São Paulo State, Brazil. The wetness sensor was installed at the top of the plants and its superior face was oriented to southwest (Top-SW), with three replications. The methods used to estimate LWD were: aerodynamic resistance (RES), number of hours with relative humidity above 90% (NHRH>90%), dew point depression (DPD) and classification and regression tree (CART). The CART model had the best performance to estimate LWD over turfgrass, with a good precision ($R^2 = 0.82$) and a high accuracy ($d = 0.94$), resulting in a good confidence index ($c = 0.85$). This estimate also presented a good correlation with measured LWD inside the vineyard, with a good precision ($R^2 = 0.87$) and a high accuracy ($d = 0.96$), resulting in a high confidence index ($c = 0.93$), showing that LWD in a 'Niagara Rosada' vineyard can be estimated with data from a standard weather station.

KEYWORDS: *Vitis labrusca*, relative humidity, CART model

INTRODUÇÃO: Resultante da deposição de orvalho, chuva ou irrigação sobre as plantas, a duração do período de molhamento foliar (DPM) é uma variável extremamente importante na relação patógeno-hospedeiro, sendo o fator crítico para o processo epidemiológico de doenças nas culturas. Isto porque a grande maioria dos patógenos requer a presença de água livre sobre as plantas para a infecção do tecido. Assim, a determinação dessa variável torna-se fundamental para a identificação do potencial de risco de ocorrência de doenças nas culturas e na tomada de decisão quanto à realização dos controles, sendo esta uma das áreas mais promissoras da agrometeorologia operacional (HOPPMANN; WITTICH, 1997). A DPM é uma variável difícil de ser medida ou estimada, devido a esta ser regida tanto pelas condições atmosféricas quanto por suas interações com a estrutura e composição da comunidade vegetal (MAGAREY et al., 2001; MADEIRA et al., 2002). A DPM é raramente medida em estações meteorológicas convencionais ou mesmo nas automáticas. Até mesmo quando as medidas de DPM são disponíveis, estas falham freqüentemente na representação da DPM em locais distantes de uma estação meteorológica, devido à variabilidade espacial da ocorrência do molhamento (RAO et al., 1998). Em vista da escassez de medidas de DPM, tanto em condição padrão no gramado quanto no interior das culturas, o objetivo do presente estudo foi avaliar a estimativa da DPM no gramado por quatro diferentes modelos a partir de dados obtidos em uma estação meteorológica padrão e verificar as relações entre as estimativas e a DPM medida no interior de um vinhedo de ‘Niagara Rosada’.

MATERIAL E MÉTODOS: O ensaio foi realizado em Jundiá, SP, Brasil, durante o período de 11/11/2005 a 05/03/2006. A DPM foi medida em vinhedo de ‘Niagara Rosada’ (espaçamento de 2 x 1 m, conduzido no sistema de espaldeira), utilizando-se sensores eletrônicos de placa de circuito impresso instalados no topo da planta e com a face superior voltada para sudoeste (Topo-SO), com três repetições, conectados a um sistema de coleta automática de dados. Na estação meteorológica automática (EMA), pertencente ao campo experimental, foram registrados os dados de DPM em condição padrão (30 cm de altura e inclinação de 45°), temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento a 2 m de altura (U_{2m}), saldo de radiação (Rn) e precipitação (P). A estimativa da DPM na EMA por meio dos dados meteorológicos foi feita testando-se quatro diferentes modelos descritos por SENTELHAS (2004): número de horas com umidade relativa do ar acima de 90% (NHUR>90%), depressão do ponto de orvalho (DPO), modelo da árvore de classificação e regressão (CART) e modelo da resistência aerodinâmica (RES), os quais são sucintamente descritos a seguir: a) NHUR>90%: a UR igual a 90% foi considerada como limite para o início da deposição do orvalho; b) DPO: a diferença entre T e a temperatura do ponto de orvalho (T_o) foi sugerida como um método de estimativa da DPM por GILLESPIE et al. (1993), sendo o intervalo de tempo em que a DPO permanece entre dois limites específicos; c) CART: esse modelo, sugerido por GLEASON et al. (1994), foi desenvolvido para estimar a DPM a partir da depressão do ponto de orvalho (DPO), da velocidade do vento a 2 m (U) e da UR, utilizando-se uma árvore de classificação binária, que apresenta nós e ramos; d) RES: como apresentado por RAO et al. (1998), a DPM por esse modelo foi considerada como sendo o intervalo de tempo entre a deposição de molhamento, quando $LE > 0$ (orvalho) ou quando se iniciou uma chuva, e o seu secamento, considerado quando a condensação e/ou chuva acumuladas pelo modelo foram consumidas pela quantidade equivalente de evaporação. Os dados de DPM estimados pelos diferentes modelos e os medidos pelos sensores eletrônicos foram comparados pela análise de regressão, analisando o coeficiente de determinação – R^2 , o índice de concordância de Willmott – d (WILLMOTT et al., 1985), o índice de confiabilidade de Camargo - c (CAMARGO; SENTELHAS, 1997) e os erros (erro médio – EM e erro absoluto médio – EAM).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Figura 1 são apresentadas as relações entre a DPM estimada e a observada em condição de gramado, considerando-se todos os dias do período de coleta de dados.

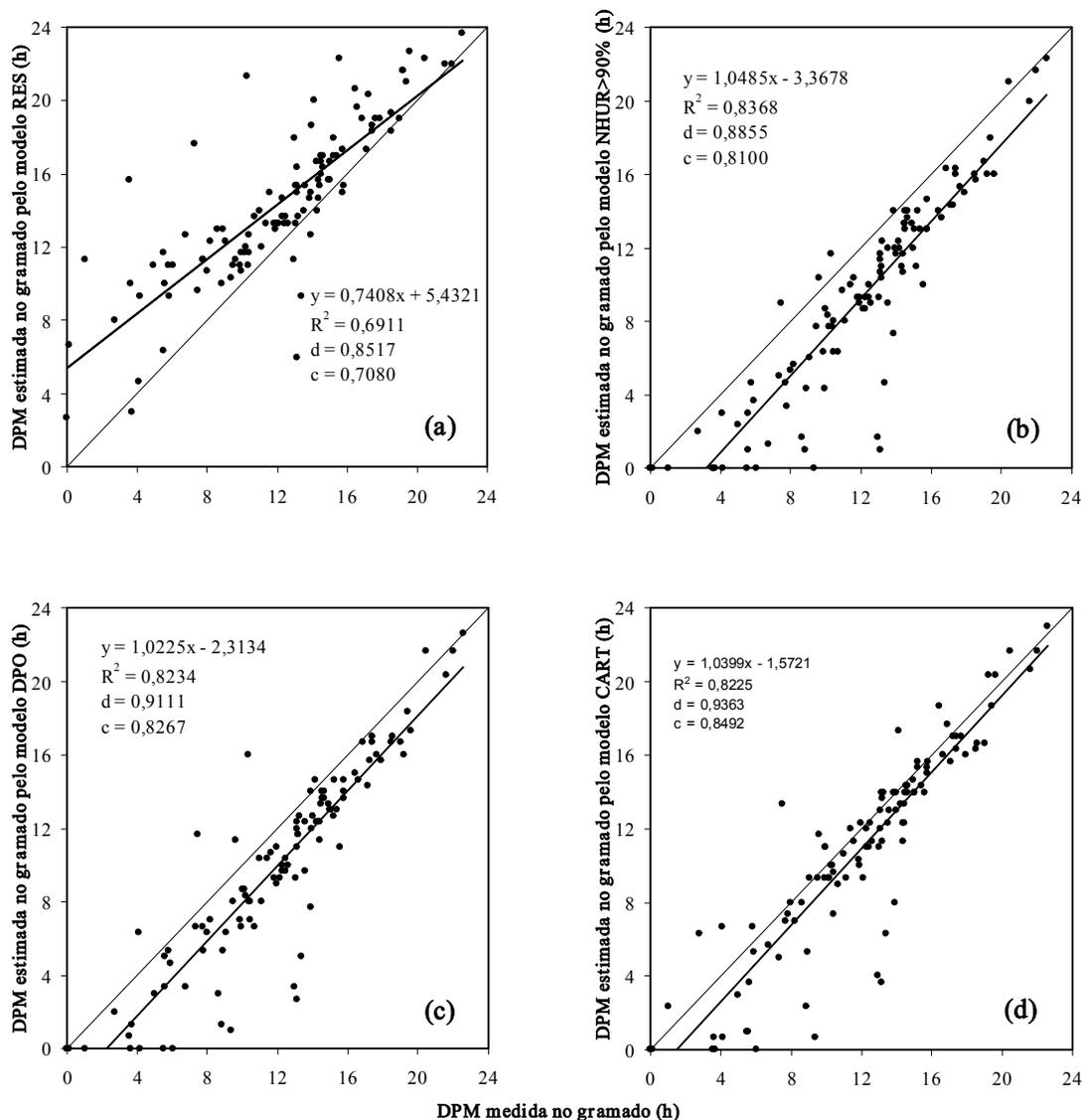


Figura 1 – Relação entre a DPM medida em condição padrão no gramado e a DPM estimada pelos modelos RES (a), NHUR>90% (b), DPO (c) e CART (d), considerando-se todos os dias do período de coleta de dados (11/11/2005 a 05/03/2006), em Jundiaí, SP, Brasil

Como teste para a melhoria do modelo RES original, reduziu-se a máxima capacidade de retenção de água pela folha artificial (sensor) para 0,6 mm (ao invés de 0,8 mm) para eventos com orvalho e, havendo ocorrência de chuva, adicionando-se esta ao valor acumulado de LE (valores positivos) até um máximo de apenas 0,2 mm (ao invés de 0,6 mm), o que resultou num aumento do índice de confiabilidade “c” de 0,7080 (Figura 1a) para 0,7428, sugerindo-se portanto esta mudança no modelo original. Na Figura 2 são apresentadas as relações entre a DPM estimada no posto pelos quatro modelos (utilizando-se nesse caso o modelo RES já com as alterações descritas anteriormente) e a DPM medida no vinhedo (Topo-SO).

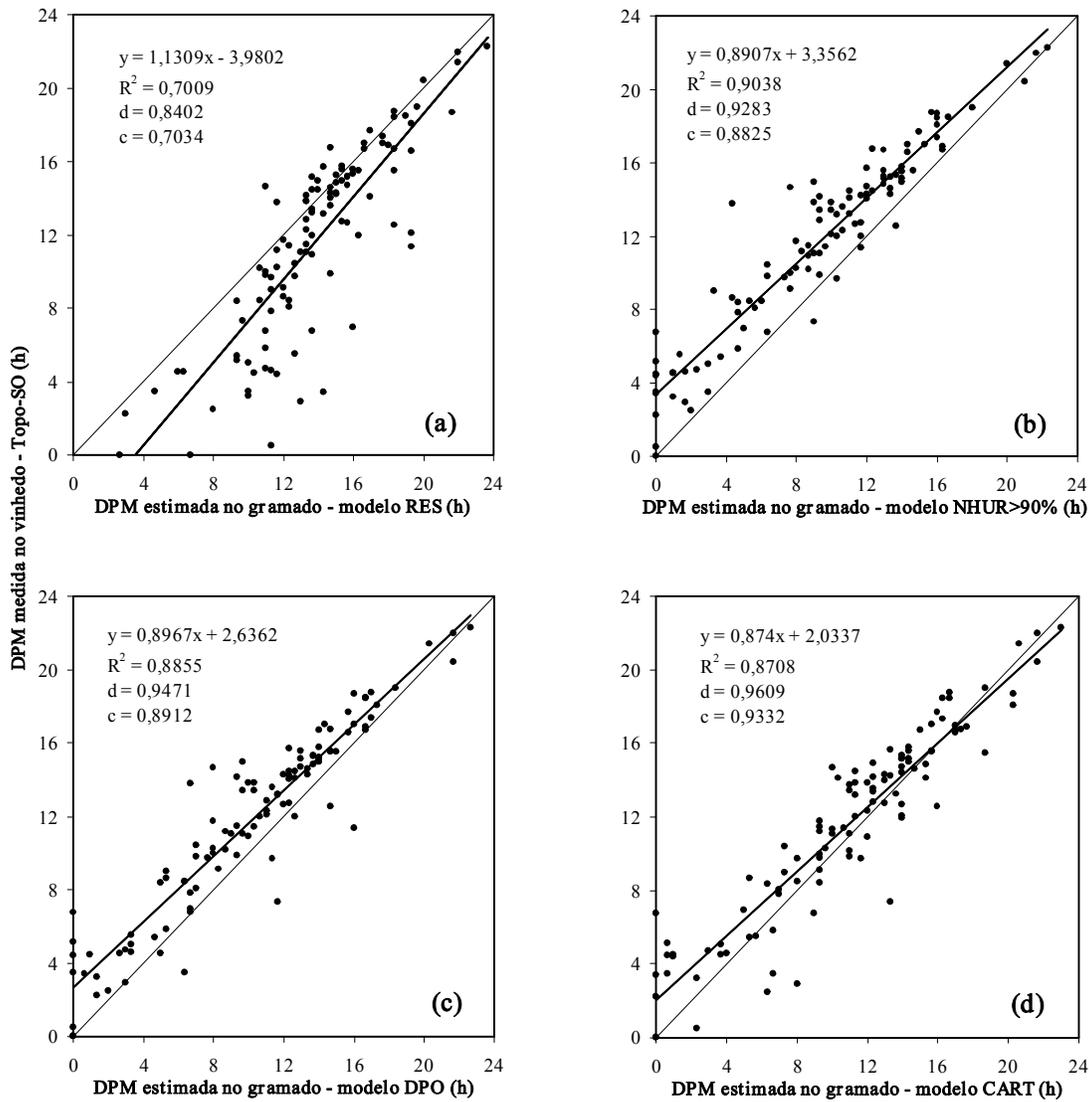


Figura 2 – Relação entre a DPM estimada no posto pelos modelos RES alterado (a), NHUR>90% (b), DPO (c) e CART (d) e a DPM medida no topo da videira ‘Niagara Rosada’ com a face superior do sensor voltada para sudoeste (Topo-SO), considerando-se todos os dias do período de coleta de dados (11/11/2005 a 05/03/2006), em Jundiá, SP, Brasil

Observando-se a Figura 1, verifica-se que o modelo que melhor estimou a DPM no gramado foi o CART (Figura 1d), apresentando uma boa precisão ($R^2 = 0,8225$) e uma ótima exatidão ($d = 0,9363$), resultando num bom índice de confiabilidade ($c = 0,8492$). Esta exatidão (ou acurácia) foi superior à acurácia média encontrada por KIM et al. (2004), empregando o mesmo método nos Estados Unidos, a qual foi de 0,836. O modelo CART também obteve os menores erros ($EM = -1,1$ h e $EAM = 1,7$ h). Valores muito próximos de EM obtidos para o modelo CART em condição padrão no gramado também foram encontrados por KIM et al. (2004) nos Estados Unidos (clima temperado) e KIM et al. (2005) na Costa Rica (clima tropical). Houve uma boa correlação entre a DPM estimada no gramado (com exceção do modelo RES) e a DPM observada no topo da cultura (Figura 2). A DPM estimada no gramado pelo modelo CART obteve a melhor correlação com a DPM medida no topo da cultura

(Figura 2d), apresentando uma precisão razoável ($R^2 = 0,8708$) e uma ótima exatidão ($d = 0,9609$), resultando num ótimo índice de confiabilidade ($c = 0,9332$). Uma precisão praticamente igual a do presente trabalho ($R^2 = 0,8796$) foi obtida por SENTELHAS (2004) em Piracicaba, SP, Brasil, correlacionando a DPM estimada no gramado com a DPM estimada no topo da cultura do algodão (utilizando micro-estações) durante a safra das águas de 2001/02, também utilizando o modelo CART.

CONCLUSÕES: Os modelos tiveram um bom desempenho na estimativa da DPM no gramado, com destaque para o modelo CART. Essas estimativas também apresentaram boas correlações com a DPM medida no vinhedo de ‘Niagara Rosada’, demonstrando que é possível estimar esta variável na cultura a partir de dados estimados no gramado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- CAMARGO, A.P.; SENTELHAS, P.C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.5, n.1, p.89-97, 1997.
- GILLESPIE, T.J.; SRIVASTAVA, B.; PITBLADO, R.E. Using operational weather data to schedule fungicide sprays on tomatoes in southern Ontario, Canada. **Journal of Applied Meteorology**, v.32, p.567-73, 1993.
- GLEASON, M.L. et al. Development and validation of an empirical model to estimate the duration of dew periods. **Plant Disease**, v.78, p.1011-6, 1994.
- HOPPMANN, D.; WITTICH, K.P. Epidemiology-related modelling of the leaf wetness duration as an alternative to measurements, taking *Plasmopara viticola* as an example. **Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz**, v.104, p.533-44, 1997.
- KIM, K.S. et al. Estimation of leaf wetness duration using empirical models in northwestern Costa Rica. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.129, p.53-67, 2005.
- KIM, K.S.; TAYLOR, S.E.; GLEASON, M.L. Development and validation of a leaf wetness duration model using a fuzzy logic system. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.127, p.53-64, 2004.
- MADEIRA, A.C. et al. A simple cloud-based energy balance model to estimate dew. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.111, p.55--63, 2002.
- MAGAREY, R.D. et al. Site-specific weather information without on-site sensors. **Plant Disease**, v.85, p.1216-26, 2001.
- RAO, P.S.; GILLESPIE, T.J.; SCHAAFSMA, A.W. Estimating wetness duration on maize ears from meteorological observations. **Canadian Journal of Soil Science**, v.78, p.149-54, 1998.
- SENTELHAS, P.C. **Duração do período de molhamento foliar: aspectos operacionais da sua medida, variabilidade espacial em diferentes culturas e sua estimativa a partir do modelo de Penman-Monteith**. 2004. 161p. Tese (Livre-Docência em Agrometeorologia) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2004.
- WILLMOTT, C.J. et al. Statistics for the evaluation and comparison of models. **Journal of Geophysical Research**, v.90, n.C5, p.8995-9005. 1985.