



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Caracterização do risco de ocorrência de mildio da videira em três regiões produtoras



José Eduardo B. A. Monteiro¹; Marco Antônio F. Conceição², Fábio Rossi Cavalcanti³, Francislene Angelotti Segundo⁴

¹Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador, Embrapa Informática, Campinas, SP, (19) 3211-5876 eduardo.monteiro@embrapa.br;

² Eng. Civil, Pesquisador, Embrapa Uva e Vinho, Jales, SP, marco.conceicao@embrapa.br.;

³Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador, Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, fabio.cavalcanti@embrapa.br;

⁴ Eng. Agrônoma, Dra., Pesquisadora, Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, francislene.angelotti@embrapa.br

RESUMO: A ocorrência de doenças em plantas é resultado da interação entre o hospedeiro, o patógeno e o ambiente. Dentre os diversos fatores e características do ambiente, as condições meteorológicas são preponderantes. O objetivo do presente estudo foi avaliar a favorabilidade agrometeorológica para ocorrência do mildio da videira (*Plasmopara viticola*) em regiões produtoras do Brasil, bem como o potencial de uso de modelos preditivos para a racionalização da aplicação de fungicidas. As análises foram conduzidas com base em séries de dez anos de dados meteorológicos de importantes regiões de produção de uva no Brasil, referenciadas geograficamente nos municípios de Bento Gonçalves-RS, Jales-SP e Petrolina-PE (dois ciclos). A favorabilidade agrometeorológica foi estimada por um modelo de eficiência de infecção (EI) calculado em função da temperatura e a duração do molhamento diários. A EI é dada pela razão entre o número de lesões observadas e o número de zoósporos do inóculo inicial, padronizada de 0% (doença nula) a 100% (máxima EI). O risco potencial de ocorrência dessa doença foi caracterizado pelas frequências médias da ocorrência de dias com risco de infecção baixo ($EI \leq 3,5\%$), médio ($3,5 < EI \leq 50\%$) e alto ($EI > 50\%$). Os resultados revelam situações bastante diferentes em cada uma das regiões produtora analisadas. A frequência de dias com alto risco para mildio foi de 40% em Bento Gonçalves, 38% em Jales, 34% no ciclo 1 de Petrolina e 7% no ciclo 2 de Petrolina, com variabilidade interanual baixa, média, alta e baixa, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: modelo de favorabilidade, *Plasmopara viticola*, sistema de previsão de doença

Risk characterization of downy mildew occurrence in three producing regions

ABSTRACT: The occurrence of plant diseases is the result of interaction between the host, the pathogen and the environment. Among the various factors and environmental characteristics, weather conditions are prevalent. The aim of this study was to evaluate the agrometeorological favorability for the occurrence of downy mildew (*Plasmopara viticola*) in producing regions of Brazil, as well as the potential use of predictive models to rationalize the application of fungicides. The analyzes were conducted based on a series of ten years of meteorological data of important grape-growing regions in Brazil, geographically referenced in Bento Gonçalves-RS, Jales-SP and Petrolina-PE (two cycles). The agrometeorological favorability was estimated by an infection efficiency model (EI) calculated as a function of temperature and wetness duration. EI is the ratio between the number of the lesions and the number of zoospores of initial inoculation, standardized from 0% (zero disease) to 100% (maximum EI). The potential risk was characterized by the average frequency of occurrence of days with low risk of infection ($EI \leq 3.5\%$), medium risk ($3.5 < EI \leq 50\%$) and high risk ($EI > 50\%$). The results show quite different situations in each of the producing regions analyzed. For mildew, the frequency of days with high risk was 40% in Bento Gonçalves, 38% in Jales, 34% in cycle 1 of Petrolina and 7% in cycle 2 of Petrolina, with low, medium, high and low interannual variability, respectively.

KEYWORDS: favorability model, *Plasmopara viticola*, disease forecasting system

A ocorrência de doenças em plantas é resultado da interação entre o hospedeiro, o patógeno e o ambiente. Dentre os diversos fatores e características do ambiente, as condições meteorológicas são preponderantes. Dessa forma, em condições meteorológicas desfavoráveis doenças altamente destrutivas podem passar despercebidas, mesmo na presença de hospedeiro suscetível e do patógeno (BEDENDO, 1995). Por isso, o monitoramento das condições que afetam o desenvolvimento das doenças pode ser empregado para orientar a aplicação de defensivos.

Baseados na inter-relação entre a planta, o patógeno e o ambiente, vários sistemas de previsão de doenças foram desenvolvidos e testados, com diferentes graus de sucesso. Esses sistemas preveem o início ou o aumento da intensidade da doença que irá ocorrer no futuro – dentro de horas ou dias – baseando-se em informações meteorológicas, do hospedeiro e do patógeno. Tais sistemas, também denominados de “modelos preditivos”, ou “previsores”, têm por objetivo orientar os agricultores na tomada de decisão quanto ao momento adequado para aplicação de fungicidas, visando ao controle de doenças (REIS, 2004).

Apesar dos modelos utilizados para mldio estimarem somente o efeito da temperatura e da duração do período de molhamento foliar (DPM) no processo de infecção dessa doença, a maior parte dos demais processos do ciclo epidemiológico responde de forma similar a essas variáveis (LALANCETTE et al., 1988a; LALANCETTE et al., 1988b). Para a implantação de um esquema racional de aplicações, é necessário verificar a distribuição de frequência de dias ou semanas favoráveis e desfavoráveis, respeitando um modelo de favorabilidade específico para a doença em questão. Isso permitiria a formulação de estratégias de redução de pulverizações nas áreas de produção, sem a imposição de riscos fitossanitários aos cultivos.

Dessa forma, salvo exceções, em regiões produtoras tradicionais onde a presença da doença e de inóculo é mais ou menos constante, ano a ano, estimar a favorabilidade agrometeorológica através de um único processo relevante costuma ser suficiente para representar o risco global de ocorrência da doença. É o que se deduz a partir da análise de diversos sistemas de alerta desenvolvidos e validados para diversos patossistemas e culturas diferentes (REIS, 2004).

O objetivo do presente estudo foi avaliar a favorabilidade para ocorrência de mldio da videira em diferentes regiões produtoras do Brasil, bem como o potencial de uso de modelos preditivos para a racionalização da aplicação de fungicidas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizadas séries de dados meteorológicos de importantes regiões de produção de uva no Brasil, referenciadas geograficamente nos municípios de Bento Gonçalves-RS, Jales-SP e Petrolina-PE.

O município de Bento Gonçalves está situado na região da Serra Gaúcha, onde se concentra a maior parte da produção de uvas do país. A Região apresenta um clima temperado quente, segundo a classificação de Köppen (VIANELLO; ALVES, 2000). Devido ao inverno frio da região, a videira passa por um período de ecodormência durante o ano, o que permite apenas um ciclo anual de produção, de setembro a março. Nesse período, a precipitação média mensal é de 96 a 134 mm e a temperatura média de 20,4 °C.

A região de Jales (SP) fica no Noroeste Paulista e é uma das principais produtoras vitícolas do Estado de São Paulo, situada na latitude 20°15'S, longitude 50°30'W e a 483m do nível do mar. A região apresenta um clima tropical úmido (Aw), de acordo com a classificação de Köppen (VIANELLO; ALVES, 2000). Nesta região, o manejo de podas é diferenciado dos demais polos produtores, ocorrendo uma poda de formação (agosto a dezembro) e a poda de produção (fevereiro a junho) (COSTA et al.,

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

2012). O período de maior precipitação pluvial vai de novembro a março, representando 74% do total. Os meses mais secos do ano são os de junho, julho e agosto, que juntos representam apenas 5% do total de chuvas anuais.

O município de Petrolina, no Estado de Pernambuco, está situado no submédio do Vale do São Francisco, sendo a principal região de produção de uvas finas de mesa e vinhos tropicais no Brasil. A região apresenta precipitação média mensal inferior a 100 mm durante onze meses do ano. O volume de chuva é baixo, mesmo nos meses com precipitação mais elevada, de dezembro a março.

Para inferir a favorabilidade ao patógeno causador do míldio (*Plasmoparaviticola*), foi selecionado o modelo descrito em Lalancette et al. (1987), Lalancette et al. (1988a) e Lalancette et al. (1988b). As estimativas de eficiência de infecção (EI) deste modelo consideram a temperatura e a duração do molhamento como variáveis de entrada. A relação entre EI e temperatura e molhamento é descrita pela equação $EI = (-0,061 + 0,018T - 0,0005T^2) * [(1 + e^{(-0,24W + 0,07WT - 0,0021WT^2)})]^{-5}$, em que T é a temperatura média diária e W é a duração do período de molhamento do dia (DPM). A EI é dada pela razão entre o número de lesões observadas n dias após a inoculação e o número de zoósporos do inóculo inicial. Os valores de EI foram estimados em uma escala relativa (lesões/zoósporo), na qual 0% corresponde à doença nula ou ausência de lesões e 100% corresponde à máxima EI calculada pelo modelo ajustado em 0,1 lesão/zoósporo. Para as análises de frequência, foram consideradas as seguintes classes de EI: Baixo risco de infecção quando o EI foi $\leq 3,5\%$; Médio risco quando o EI está entre 3,5 e 50% e Alto risco quando EI é maior que 50%.

A duração do período de molhamento (DPM), quando não disponível nos conjuntos de dados utilizados, foi estimada por um método baseado no balanço de energia do ambiente, com fator de correção para videira, conforme descrito em Sentelhas et al. (2006).

Ao longo do ciclo da cultura, os períodos analisados foram definidos com base nos períodos críticos para ocorrência da doença nos ciclos produtivos praticados nas respectivas regiões produtoras. O período de análise foi definido para os primeiros meses após a rebrota, durante a formação do dossel, com presença constante de folhas novas. Em Bento Gonçalves, esse período correspondeu aos meses de setembro a dezembro. Em Jales, de abril a julho. Em Petrolina, de março a maio, para o ciclo 1, e de agosto a outubro, para o ciclo 2.

Em Bento Gonçalves, a brotação pode começar a ocorrer em agosto, principalmente em cultivares precoces, mas ocorre predominantemente em setembro. O período de maturação se inicia em dezembro, nas cultivares precoces, e pode se estender até março nas tardias. Contudo, a maturação se concentra principalmente entre janeiro e fevereiro. Assim, o período de maior interesse para o míldio, nesta região, vai de setembro a dezembro.

Em Jales, geralmente, dois ciclos anuais são realizados. Um para a produção, durante a estação seca no inverno; e outro ciclo vegetativo, de formação de ramos e dossel, durante a estação chuvosa. O período de poda ideal é em abril, portanto, de acordo com o ciclo das cultivares, a colheita ocorre em agosto e setembro. Por isso, o período de maior importância para míldio foi definido para a época do período de produção em Jales, de abril a julho.

Em Petrolina, as condições climáticas permitem o uso de podas sucessivas, com período de colheita em qualquer dia do ano. Dependendo do ciclo das cultivares, é possível conduzir cinco colheitas de dois em dois anos. No entanto, no que diz respeito às cultivares *Vitisvinifera*, a qualidade das uvas de mesa, bem como de uvas para vinho, pode ser seriamente afetada quando a colheita está programada para o período chuvoso. Da mesma forma, a poda neste período tem um maior risco de perda devido à incidência da doença nas plantas, as quais são mais sensíveis na fase inicial do ciclo vegetativo. Para evitar esses problemas, um sistema de manejo possível é o de dois ciclos produtivos por ano; um de março a julho e outro de agosto a dezembro (CAMARGO et al., 2012). Nesse sistema de manejo, no ciclo 1, o período de maior interesse para o míldio vai de março a maio. No ciclo 2, o período de maior interesse para o míldio vai de agosto a outubro. Nessa região produtora, a poda pode ser antecipada ou

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

adiada em conformidade com as oportunidades de mercado. Devido a essas possibilidades de manejo, bem como o uso de cultivares mais precoces ou mais tardias, as épocas médias de ciclo podem variar um pouco, mas permanecem, de um modo geral, nos períodos utilizados nesta análise.

O risco potencial de ocorrência de doenças fúngicas em videiras em diferentes regiões produtoras foi caracterizado pelas frequências médias da ocorrência de dias com risco de infecção alto, médio e baixo. Para o míldio, a eficiência de infecção (EI) foi estimada em uma escala relativa, na qual zero percentual (0%) corresponde à doença nula ou ausência de lesões, e cem por cento (100%), que corresponde à máxima. Para as análises de frequência, foram consideradas, assim, as seguintes classes de EI: i) Risco baixo de infecção' quando o EI foi $\leq 3,5\%$; Risco médio, quando o EI está entre 3,5 e 50%; e Risco alto, quando EI é maior que 50%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de frequência da eficiência de infecção de míldio em Bento Gonçalves mostraram que, em média, 40% dos dias analisados apresentaram alto risco de infecção de míldio, e 20% de risco médio (Figura 1). Em Jales, esses percentuais foram de 38 e 14%, respectivamente, principalmente pela menor incidência de dias com períodos longos de molhamento.

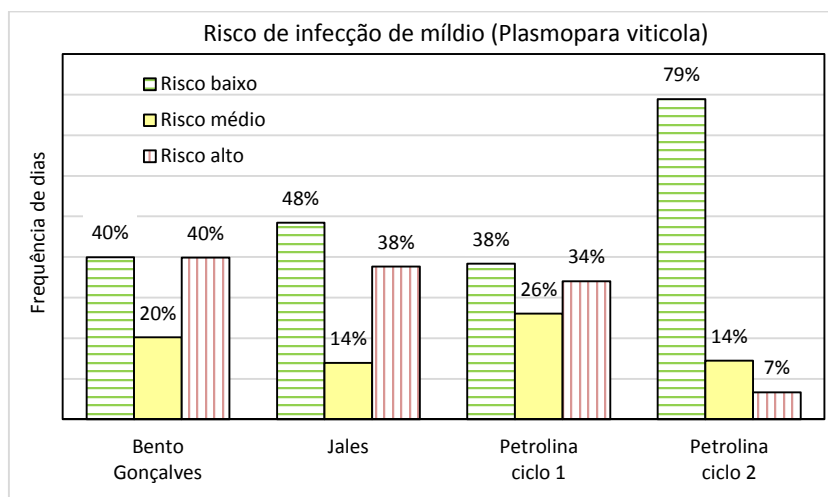


Figura 1. Frequência média de ocorrência de dias com risco baixo, médio e alto de infecção de míldio (*Plasmoparaviticola*), em Bento Gonçalves (RS), Jales (SP) e Petrolina (PE), calculada durante o período de 2003 a 2013 nos meses iniciais do ciclo da cultura nessas regiões.

Em Petrolina, o ciclo 1, apresentou 34% dos dias com risco de infecção alto, e 26% de dias com risco médio, percentuais não muito diferente das outras regiões. No entanto, uma grande diferença ocorreu no ciclo 2, com 79% dos dias com baixo risco de infecção e apenas 7% com alto risco. Portanto, este ciclo é o que apresenta o menor risco potencial das regiões analisadas. Isso ocorre porque o período crítico para a ocorrência de míldio durante o ciclo 2 de Petrolina (Ago-Out), coincide com uma época de baixa pluviosidade, baixa umidade e DPM, e altas temperaturas, o que desfavorece a ocorrência do míldio.

Em regiões sempre úmidas e chuvosas, não existiria vantagem ou ganho potencial com o uso de modelos de favorabilidade porque o ambiente estaria permanentemente favorável à doença e não permitiria redução de aplicações de fungicidas. Uma condição como essa demandaria uso constante de medidas de controle, o que normalmente se traduz em aumento indiscriminado de pulverizações. Nessas

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

casos, a alternativa geralmente se traduz em esquemas de aplicação obedecendo aos períodos de carência dos defensivos utilizados. Por outro lado, nas regiões ou anos com frequência mais elevada de dias com risco médio e baixo é que os sistemas de previsão teriam maior utilidade, permitindo discriminar mais objetivamente os períodos de maior e menor favorabilidade a doença e, possivelmente, com e sem necessidade de aplicação de fungicidas.

Como acima discutido, a ocorrência de anos predominantemente favoráveis à doença demanda uma aplicação frequente de fungicidas e, inevitavelmente, exige máxima atenção e cuidado por parte do vitivicultor. Eventuais falhas no controle do míldio quando em situações de alta pressão de inóculo e hospedeiro suscetível, normalmente resultam em aumento exponencial na intensidade da doença, podendo levar à perda total da produção.

Uma consequência da falta de controle epidemiológico do míldio é o aumento no número de lesões que servem como fontes de inóculo secundário, tornando muito mais difícil conter a progressão da doença em situações de alta presença e dispersão desse inóculo. Em regiões com alta favorabilidade ambiental para a doença, os vitivicultores normalmente são pessimistas e refratários à adoção de métodos de manejo preventivo que tragam incerteza para seus esquemas de pulverização. Essa é uma situação em que, possivelmente, se enquadra a região de Bento Gonçalves, com elevada frequência de dias de alto risco (Figura 1).

Nessa região, a frequência média de dias de alto risco no conjunto dos anos analisados foi de 40%. Os resultados da análise de frequência ao longo do período, ou seja, ano a ano, mostra uma variabilidade anual relativamente pequena, com uma frequência de risco alto sempre próxima a 40%, exceto pelo ciclo safra de 2009/2010, quando a frequência de risco alto foi muito maior que a média, chegando a 61% (Figura 2). Ou seja, as condições durante o ciclo da videira naquela região são relativamente estáveis e favoráveis à ocorrência de míldio.

Por outro lado, na região de Jales, onde o risco médio de infecção para a ocorrência de míldio foi de 38%, quase o mesmo de Bento Gonçalves, a variabilidade dos níveis de risco anual é grande, como mostra a Figura 2. A frequência de ocorrência de dias de alto risco variou entre 19 e 67%, sendo que em cinco anos essa frequência se manteve abaixo dos 30%.

Dessa forma, a análise de distribuição de frequência de dias considerados favoráveis e desfavoráveis à doença, permite identificar quais regiões, ou em quantos anos em uma região, haveria maior potencial de uso dos sistemas de previsão.

Assim como em Jales, o ciclo 1 em Petrolina apresentou maior variabilidade. Nesse local e ciclo, a frequência de dias de alto risco variou entre 1% e 66%, com seis anos acima dos 30% e quatro anos abaixo de 20%. Por outro lado, o ciclo 2 em Petrolina apresenta variabilidade bem menor, com frequências de dias de alto risco sempre abaixo dos 20%.



Figura 2. Frequência de ocorrência de dias com risco baixo, médio e alto de infecção de míldio (*Plasmoparaviticola*), em Bento Gonçalves, RS, Jales, SP e Petrolina, PE, calculada durante o período de 2003 a 2014 nos meses iniciais do ciclo da cultura nessas regiões.

A Tabela 1 apresenta o desvio padrão das frequências de dias com risco baixo, médio e alto para míldio nas regiões estudadas. O desvio padrão serve como um indicador da variabilidade que ocorre nessas regiões em termos de condições de favorabilidade para adoção estudada. Neste caso, o indicador mostra se a favorabilidade permanece mais ou menos constante ou se muda muito de um ano para outro.

Tabela 1. Desvio padrão da frequência de dias com risco baixo, médio e alto para a ocorrência de míldio em Bento Gonçalves, Jales, Petrolina ciclo 1 e Petrolina ciclo 2.

Doença	Risco	Bento Gonçalves	Jales	Petrolina ciclo 1	Petrolina ciclo 2
Míldio	Baixo	9%	15%	36%	13%
	Médio	3%	4%	14%	8%
	Alto	8%	16%	24%	6%

Quanto maiores as variações na favorabilidade à doença entre um ano e outro, maiores serão as necessidades de adequação nos calendários de aplicação de defensivos para atender às condições de cada ano. Dessa forma, a utilização de um calendário fixo, ou seja, com intervalos constantes entre aplicações, pode levar a excesso de aplicações em anos pouco favoráveis à doença e a falta ou atraso de aplicações em anos muito favoráveis.



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:



O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Nesse sentido, a utilização de um modelo de favorabilidade é muito útil a fim de fornecer parâmetros objetivos para a racionalização da aplicação de defensivos. Em regiões com alta favorabilidade, ou seja, elevada frequência de dias de alto risco, um sistema predictor se torna útil para identificar os períodos atípicos, de baixa favorabilidade. Na situação oposta, em regiões de baixa favorabilidade média, um sistema predictor se torna útil para identificar períodos atípicos, favoráveis, quando maior atenção no acompanhamento do vinhedo pode ser necessária. Regiões com alta variabilidade nas condições de favorabilidade, ou seja, com alternância de períodos favoráveis e desfavoráveis, podem ser particularmente beneficiadas pelo uso de sistemas preditivos.

CONCLUSÕES

O modelo de favorabilidade agrometeorológica testado para o levantamento do risco de míldio da videiras simulou a favorabilidade de forma coerente com a realidade característica das regiões de produção abordadas neste estudo. A definição de um protocolo de aplicações otimizado para um determinado patossistema e região deve levar em consideração dois aspectos do índice de favorabilidade: a sua intensidade média e sua variabilidade. Quanto maior a favorabilidade média, maior a frequência de aplicações de fungicidas ao longo do ciclo, maior a quantidade e custo com defensivos. Quanto maior a variabilidade ao longo de um mesmo ciclo ou entre um ciclo (safra) e outro, maior a adequação do esquema de aplicação de defensivos. No contexto de uma favorabilidade muito variável, a utilização de um calendário fixo, ou seja, com intervalos regulares entre aplicações, pode levar a excesso de aplicações em fases do ciclo ou em anos pouco favoráveis e falta ou atraso de aplicações em anos ou períodos muito favoráveis. A partir dos resultados produzidos, verificou-se que a região de Bento Gonçalves apresenta favorabilidade ao míldio alta com baixa variabilidade. Na região de Jales, a favorabilidade foi moderada a alta com alta variabilidade. A região de Petrolina, no ciclo 1, apresentou favorabilidade moderada a alta para míldio com alta variabilidade. A região de Petrolina, no ciclo 2, apresentou baixa favorabilidade com baixa variabilidade. Em função dessas combinações de favorabilidade e variabilidade, o potencial de uso de sistemas previsores para míldio é particularmente promissor nas regiões de Bento Gonçalves, Jales e Petrolina no ciclo 1.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEDENDO, I. P. Ambiente e doença, In: BERGAMIN FILHO, A., KIMATI, H., AMORIM L. (Ed) **Manual de Fitopatologia**. São Paulo: Ceres, 1995. cap. 18, p. 331 - 341.

CAMARGO, U.A.; MANDELLI, F.; CONCEIÇÃO, M.A.F.; TONIETTO, J. Grapevine performance and production strategies in tropical climates. **Asian Journal of Food and Agro-Industry**, v. 5, n. 4, p. 257-269, 2012.

COSTA, S.M.A.L; GOMES, M.R.L.; TARSITANO, M.A.A. Caracterização social e tecnológica da produção de uvas para mesa em pequenas propriedades rurais da região de Jales-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.34, n.3, p.766-773, 2012.

LALANCETTE, N.; ELLIS, M. A.; MADDEN, L. V. Development of an infection efficiency model for *Plasmopara viticola* on american grape based on temperature and duration of leaf wetness. **Phytopathology**, v. 78, p. 794-800, 1988a.



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros



LALANCETTE, N.; ELLIS, M. A.; MADDEN, L. V. Estimating infection efficiency of *Plasmopara viticola* on grape. **Plant Disease**, St. Paul, v. 71, p. 981-983, 1987.

LALANCETTE, N.; MADDEN, L. V.; ELLIS, M. A. A quantitative model for describing the sporulation of *Plasmopara viticola* on grape leaves. **Phytopathology**, v. 78, p. 1316-1321, 1988b.

REIS, E. M. **Previsão de doenças de plantas**. Passo Fundo: UPF, 2004, 316p.

SENTELHAS, P. C.; GILLESPIE, T. J.; GLEASON, M. L.; MONTEIRO, J. E. B. A.; PEZZOPANE, J. R. M.; PEDRO, M. J. Evaluation of a Penman–Monteith approach to provide “reference” and crop canopy leaf wetness duration estimates. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 141, n. 2-4, p. 105-117, 2006.

VIANELLO, L.R.; ALVES, A.R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: UFV, 2000.449p.