



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 podridão cinzenta 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 de podridão cinzenta da videira (*Botrytis cinerea*) 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 índice de infecção (II) calculado em função da temperatura durante o molhamento e a duração do molhamento diários. OII é a proporção de frutos infectados. O risco potencial de ocorrência dessa doença foi caracterizado pelas frequências médias da ocorrência de dias com risco de infecção baixo ($\leq 7\%$), médio (7 a 50%) e alto ($>50\%$). Os resultados revelam situações bastante diferentes em cada uma das regiões produtora analisadas. A frequência de dias com alto risco para podridão cinzenta foi de 26% em Bento Gonçalves, 12% em Jales, 7% no ciclo 1 de Petrolina e 7% no ciclo 2 de Petrolina, com variabilidade interanual alta, alta, baixa e baixa, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: modelo de favorabilidade, *Botrytis cinerea*, sistema de previsão de doença

Risk characterization of gray mold occurrence in three producing regions

ABSTRACT: The occurrence of plant disease 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 gray mold (*Botrytis cinerea*) 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 series of ten years of meteorological data in important grape-growing regions in Brazil, geographically referenced in Bento Gonçalves, RS, Jales-SP and Petrolina (two cycles). The agrometeorological favorability was estimated by an infection index model (II) calculated as function of temperature during the wetness and wetness duration. The II represents the ratio of infected fruits. The potential risk of such disease was characterized by the average frequency of occurrence days with low risk of infection ($II \leq 7\%$), medium ($7 < II \leq 50\%$) and high ($II > 50\%$). The results show quite different situations in each of the producing regions analyzed. The frequency of days with high risk of botrytis was 26% in Bento Gonçalves, 12% in Jales, 7% in cycle 1 of Petrolina and 7% in cycle 2 of Petrolina, with high interannual variability, high, low, low, respectively.

KEYWORDS: favorability model, *Botrytis cinerea*, 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 do modelo utilizado para podridão cinzenta estimar 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 (BROOME et al., 2005). 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 podridão cinzenta 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., 2012). O período de maior precipitação pluvial vai de novembro a março, representando 74% do total.

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

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 da podridão cinzenta (*Botrytis cinerea*), foi selecionado o modelo descrito por Broome et al., 1995. Este modelo identifica os períodos de infecção de *Botrytis cinerea* em bagas de uva com base na duração do molhamento foliar e na temperatura média durante os eventos de molhamento. O modelo foi desenvolvido utilizando bagas de uva isoladas em câmaras de umidade controlada submetidas a 4, 8, 12, 16, ou 20 horas de molhamento em temperaturas entre 12 e 30 °C. Neste modelo, uma equação ajustada por regressão múltipla descreve ($R^2 = 0,75$) o logito de infecção nas bagas como uma função da interação do tempo e da temperatura de molhamento, conforme o índice de infecção (II) dado por $\text{Ind.Inf.} = \ln(Y/1-Y) = -2,647866 - 0,374927W + 0,061601WT - 0,001511WT^2$, em que, W é a duração do período de molhamento em horas, T é a temperatura em graus Celsius, e $\ln(Y/1-Y)$ é o logito de incidência da doença e Y é a proporção de frutos infectados. Nessas condições, este modelo considera as seguintes classes de risco: Nenhum risco de infecção quando o Índice de infecção ≤ 0 ; Baixo risco quando o Índice de Infecção está entre 0,0 e 0,50; Médio risco quando o Índice de Infecção está entre 0,50 e 1,00 e Alto risco de infecção quando o índice é maior que 1,0.

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.

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 podridão cinzenta ocorre de janeiro a fevereiro.

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 podridão cinzenta foi definido para a época do período de maturação da produção em Jales, de agosto a setembro.

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 podridão cinzenta vai de junho a julho. No ciclo 2, o período de maior interesse para a doença vai de novembro a dezembro. Nessa região produtora, a poda pode ser antecipada ou 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.



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

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 estimados pelo modelo. Para as análises de frequência, foram consideradas, assim, as seguintes classes de índice de infecção: nenhum risco de infecção quando o Índice de infecção ≤ 0 ; Risco baixo, quando o índice está entre 0,0 e 0,50; Médio risco, quando o índice de Infecção está entre 0,50 e 1,00; e Alto risco de infecção, quando o índice é maior que 1,0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de frequência do índice de infecção de podridão cinzenta mostram que, em Bento Gonçalves, 26% dos dias analisados apresentaram alto risco de infecção de podridão cinzenta, e 39% de risco médio (Figura 1).

Em Jales, esses percentuais foram de 12 e 11%, respectivamente, o que resulta em 76% dos dias com baixo risco de infecção. Jales foi a região que apresentou o menor potencial de risco para ocorrência de podridão cinzenta, pois o período de maturação do ciclo produtivo de agosto e setembro, nessa região, ocorre em uma época seca e relativamente quente. Segundo Camargo et al. (2012), esses dois meses apresentam precipitação média abaixo de 75 mm, e temperatura média próxima dos 25°C.

Em Petrolina, o ciclo 1, apresentou apenas 7% dos dias com risco de infecção alto, e 43% de dias com risco médio, restando 50% dos dias com risco baixo. Ainda em Petrolina, o ciclo 2 apresentou apenas 7% de dias com risco elevado, assim como no ciclo 1. No entanto, a frequência de dias com risco médio foi menor, de 26%, e de risco baixo, foi maior, com 67%.

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. Nesses 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.

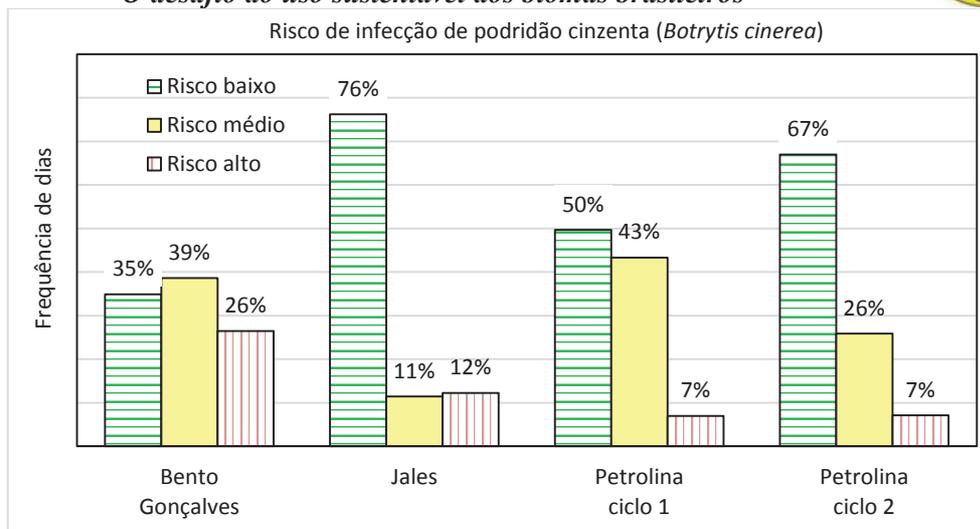


Figura 1. Frequência média de ocorrência de dias com risco baixo, médio e alto de infecção de Podridão cinzenta (*Botrytis cinerea*), em Bento Gonçalves (RS), Jales (SP) e Petrolina (PE), calculada durante o período de 2003 a 2014 nos meses de maturação dessas regiões.

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 da podridão cinzenta quando em situações de alta pressão de inóculo e hospedeiro suscetível, normalmente resultam em aumento exponencial na intensidade da doença, podendo levar à grandes perdas de produção.

Uma consequência da falta de controle epidemiológico da podridão cinzenta é o aumento no número de lesões que servem como fontes de inóculo secundário, tornando mais difícil conter a progressão da doença em situações de alta presença e dispersão desse inóculo.

De modo geral, em regiões com alta favorabilidade ambiental para a ocorrência de doenças da videira, 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 a mais elevada frequência de dias de alto risco dentre as regiões analisadas (Figura 1). A ocorrência de outras doenças mais virulentas que a podridão cinzenta, como o míldio, por exemplo, reforçam esse comportamento.

Em Bento Gonçalves, as classes de risco para podridão cinzenta variaram a cada ano (Figura 2). Neste caso, a frequência de dias de alto risco se manteve predominantemente entre 20 e 40%, exceto nas safras de 2004 e 2005 quando se manteve em 10%. De acordo com esses indicadores, as condições durante o período de maturação da videira naquela região são moderadamente favoráveis à podridão cinzenta.

Por outro lado, em Jales, a frequência de dias de alto risco foi menor e mais variável, com valores sempre abaixo dos 20%, exceto em 2009 quando atingiu seu máximo do período estudado, chegando a 33%. Em condição oposta, 2004 e 2007 não apresentaram dias de alto risco.

Em Petrolina, a frequência de dias de alto risco se manteve sempre muito baixa, em geral abaixo de 10% e com poucos anos acima disso. Nessa região, as maiores variações de favorabilidade se enquadram apenas nas classes de risco média e baixa, o que caracteriza a região como pouco favorável à ocorrência de podridão cinzenta.

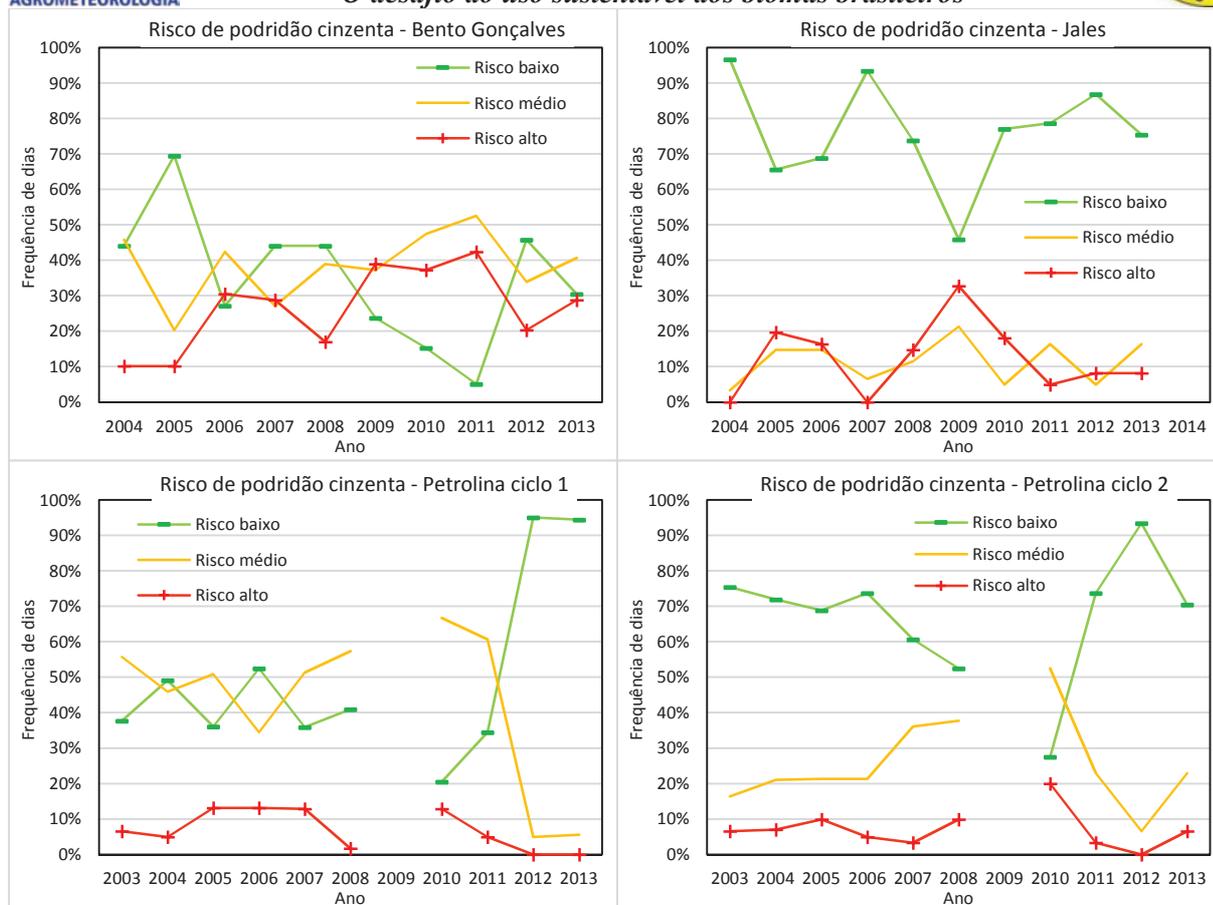


Figura 2. Frequência de ocorrência de dias com risco baixo, médio e alto de infecção de podridão cinzenta (*Botrytis cinerea*), em Bento Gonçalves, RS, Jales, SP e Petrolina, PE, calculada durante o período de 2003 a 2014 nos meses de maturação dessas regiões.

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

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.

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

Doença	Risco	Bento Gonçalves	Jales	Petrolina ciclo 1	Petrolina ciclo 2
Podridão cinzenta	Baixo	18%	15%	25%	17%
	Médio	10%	6%	22%	13%
	Alto	12%	10%	6%	5%

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



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

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 podridão cinzenta da videira 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 moderada à podridão cinzenta com alta variabilidade. Na região de Jales, a favorabilidade foi baixa a moderada com alta variabilidade. A região de Petrolina, tanto o ciclo 1 como o ciclo 2 apresentaram favorabilidade baixa a baixa variabilidade. Em função dessas combinações de favorabilidade e variabilidade, o potencial de uso de sistemas previsores para podridão cinzenta é particularmente promissor nas regiões de Bento Gonçalves e Jales.

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.
- BROOME, J. C.; ENGLISH, J. T.; MAROIS, J. J.; LATORRE, B. A.; AVILES, J. C. Development of an Infection Model for Botrytis Bunch Rot of Grapes Based on Wetness Duration and Temperature. *Phytopathology*, v. 85, p. 97-102, 1995.
- 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.
- 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.