

# Progresso do míldio da cebola sob diferentes regimes de pulverização

Leandro Luiz Marcuzzo<sup>1</sup>, Jaqueline Carvalho<sup>1,2</sup>, Aline Nascimento<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal Catarinense – IFC/Campus Rio do Sul, CP 441, CEP 89.163-356, Rio do Sul, SC. <sup>2</sup>Bolsista Pibiti/CNPq, jaquelinecarvalho1991@gmail.com. <sup>3</sup>Bolsista Pibic/CNPq, aline.nine@outlook.com

Autor para correspondência: Leandro Luiz Marcuzzo (leandro.marcuzzo@ifc.edu.br)

Data de chegada: 15/03/2016. Aceito para publicação em: 25/04/2017.

10.1590/0100-5405/2170

## RESUMO

Marcuzzo, L.L.; Carvalho, J.; Nascimento, A. Progresso do míldio da cebola sob diferentes regimes de pulverização. *Summa Phytopathologica*, v.43, n.3, p.223-228, 2017.

O míldio da cebola é controlado por meio de pulverizações foliares com agrotóxicos seguindo um calendário fixo, sem considerar o progresso da doença. O regime de pulverização baseado em um sistema de previsão pode prever seu progresso e com isso possibilitar a redução do número de pulverizações e maximizar o controle da doença. Regimes de pulverização foram baseados no sistema de Wallin (1962) com valores de severidade (VDS) acumulado de 6, 8, 10 e 12 comparados ao controle padrão (intervalo de pulverizações de 5 e 7 dias) nas safras agrícolas de 2014 e 2015. Com o objetivo de avaliar o progresso do míldio sob os diferentes regimes de pulverização foi aplicada a técnica de modelagem estatística conhecida por modelos mistos. Estes modelos não

incluem apenas os efeitos fixos, mas também os efeitos aleatórios para cada um dos indivíduos da população em estudo. A severidade acumulada do míldio em função do tempo, nos seis regimes de pulverização foi calibrada com um modelo Gompertz ajustado pelo modelo misto e o efeito aleatório ajustado à assíntota superior. Este parâmetro representa o potencial de severidade da doença para cada um dos tratamentos. Como resultado da calibração do modelo, o tratamento com regime de pulverização com VDS 12 com sete pulverizações em ambos os anos não diferiu no controle e na produtividade do sistema convencional utilizado pelo produtor com a vantagem de reduzir o número de pulverizações e com a mesma eficiência do controle.

**Palavras-chave:** *Allium cepa*, epidemiologia, controle químico.

## ABSTRACT

Marcuzzo, L.L.; Carvalho, J.; Nascimento, A. Progress of onion downy mildew under different spraying regimes. *Summa Phytopathologica*, v.43, n.3, p.223-228, 2017.

Onion downy mildew is controlled by means of foliar spraying with pesticides following a fixed schedule, without considering the disease progress. A spraying regime based on a forecasting system can predict the disease progress, consequently reducing the number of sprayings and maximizing the disease control. Spraying regimes were based on Wallin system (1962) with accumulated severity values (VDS) of 6, 8, 10 and 12, compared to the standard control (application interval of 5 and 7 days) in 2014 and 2015 growing seasons. With the aim of assessing downy mildew progress under different spraying regimes, the statistical modeling technique known as mixed models was applied. These

models include not only fixed effects, but also random effects for each of the individuals in the study population. The accumulated severity of downy mildew as a function of time, in the six spraying regimes, was calibrated with a Gompertz model adjusted by the mixed model and the random effect adjusted to the upper asymptote. This parameter represents the disease severity potential for each one of the treatments. As the result of the model calibration, treatment with VDS 12 spraying regime of seven sprayings in both years did not differ in the control and in the yield from the conventional system used by the farmer with the advantage of reducing the number of sprayings and showing the same control efficiency.

**Keywords:** *Allium cepa*, epidemiology, chemical control.

Segundo dados do IBGE (14) a cultura da cebola (*Allium cepa* L.) ocupa nacionalmente 56.134 hectares, com uma produção de 1.515,797 toneladas e um rendimento médio de 27.221 Kg/ha. O Estado de Santa Catarina é o maior produtor em área de cultivo da cebola e, na safra 2015, a produziu 426.916 toneladas representando 28% do total produzido do país, numa área plantada de 21.398 hectares, sendo que 70% dessa área esta concentrada na região do Alto Vale do Itajaí (7).

Na cultura da cebola são diversos os fatores que contribuem para a baixa produtividade da cultura, e dentre estas estão às doenças de diversas etiologias, que causam prejuízos significativos à cultura. Na região do Vale do Itajaí uma característica agravante é que o cultivo da cebola coincide com a ocorrência de temperaturas amenas ( $\leq 22^\circ\text{C}$ ) e alta umidade relativa do ar ( $\geq 90\%$ ), que associado ao monocultivo reflete na alta incidência do míldio causado por *Peronospora destructor* Berk. (Casp.) (27).

No entanto, como se conhece que muitos dos tratamentos fitossanitários utilizados na cultura são realizados de forma inadequada, sem saber se há necessidade ou não de aplicar fungicidas e o excesso dessa carga residual acaba contaminando todo o ambiente (11). Segundo Bergamim Filho & Amorim (6) os sistemas de previsão de doenças de plantas são representações simplificadas da realidade e preveem o início ou o desenvolvimento futuro de uma doença (1, 17, 20), além da previsão do momento adequado à pulverização com agrotóxicos, considerando que o patógeno se encontra em quantidades suficientes para iniciar uma epidemia e que o hospedeiro seja suscetível (18). Para o míldio da cebola existe o sistema de previsão Dowcast (15) desenvolvido nas condições do Canadá e seus aprimoramentos (22, 25), porém é um sistema complexo e pouco funcional no sistema produtivo, devido às diversas variáveis que são inseridas no sistema. Sistemas simplificados como o de Wallin (24) utilizado para queimeira

da batata e do tomate é de simples interpretação e a fundamentação de adaptar esse sistema para o míldio da cebola.

No estudo de epidemias, a dinâmica temporal das doenças de plantas é enfatizada, pois o progresso de doenças é frequentemente a manifestação mais facilmente visualizada (8). Na análise temporal de doenças, a análise da curva de progresso é a melhor representação de uma epidemia e a interpretação do formato dessas curvas e sua intensidade final são fundamentais para se efetuar o manejo de epidemias (5).

Modelos não lineares, comumente usados para representar crescimento de epidemias, como o Logístico e o de Gompertz podem se comportar de forma diferente conforme a repetição, tratamento e unidade experimental. Mediante isso, os dados observados numa mesma unidade experimental ao longo do tempo são modelados mais adequadamente por modelos de efeitos mistos. Pois nesses casos, a análise de variância clássica leva à violação da independência entre as observações. Por outro lado, os modelos não lineares de efeitos mistos permitem explorar e modelar adequadamente a variabilidade de dados com erros aleatórios, coletados ao longo do tempo e, possivelmente com algum nível de correlação entre si no progresso de uma epidemia (9).

O objetivo deste trabalho foi analisar o progresso do míldio da cebola utilizando modelos mistos e identificar qual o regime de pulverização baseado em um sistema de previsão é o mais eficiente do que o sistema convencional de controle.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Detalhamento do Experimento

O trabalho foi conduzido no Instituto Federal Catarinense - IFC/ Campus Rio do Sul, no município de Rio do Sul - SC, (Latitude: 27°11'07" S e Longitude: 49°39'39" W, altitude 655 metros) durante o período de 2 de julho de 2014 a 7 de novembro de 2014 e de 29 de junho a 30 de outubro de 2015 totalizando 19 semanas após o transplante das mudas.

Os dados meteorológicos foram obtidos de uma estação Davis® Vantage Vue 300m localizado ao lado do experimento e os dados médios durante a condução do experimento foram de 18,0 e 17,7 °C para temperatura do ar, de 14,9 e 16,2 horas de umidade relativa do ar ≥90% e a precipitação pluvial acumulada foi de 464,7 e 753,2 mm respectivamente para 2014 e 2015.

Mudas de cebola da cultivar Empasc 352/Bola Precoce produzidas em canteiros e com 60 dias de idade foram transplantadas para a área experimental em blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições. Cada repetição apresentava uma área de 1,65 x 2,00 m com 33 cm entre fileiras totalizando 5 filas e de 10 cm entre plantas, totalizando 100 plantas, equivalente a 300.000 planta.ha<sup>-1</sup>. Para avaliação de míldio e da produtividade 10 plantas em cada repetição foram previamente escolhidas e marcadas aleatoriamente. A calagem, adubação, tratos culturais seguiram as normas da cultura (12). Não se utilizou inseticidas devido a não ocorrência de insetos no período de avaliação.

A testemunha absoluta, sem pulverização, constou de tratamento nas mesmas condições e afastadas a 10 metros dos demais tratamentos.

Em ambos os anos ao redor do experimento e da testemunha foi cultivado a cada um metro linear uma muda de cebola infectada naturalmente com míldio proveniente da EPAGRI/Estação experimental de Ituporanga para garantir a presença do patógeno na área.

Para o controle do míldio foram comparados os seguintes regimes de pulverização com mancozeb (80%) + oxicleto de cobre (50%) na

dose de 250 g + 200 g pc.hl<sup>-1</sup> baseado no modelo descrito por Wallin (24) através de valores de severidade diária (VDS) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Relação de amplitudes de temperatura e de duração de umidade relativa ≥90% para produzir valores de severidade de 0 a 4:

Amplitude de temperatura média (°C)	Valores de severidade (VDS)				
	Horas com umidade relativa ≥90%				
	0	1	2	3	4
7,2 - 11,6	15	16 - 18	19 - 21	22 - 24	≥25
11,7 - 15,0	12	13 - 15	16 - 18	19 - 21	≥22
15,1 - 26,6	9	10 - 12	13 - 15	16 - 18	≥19

Os tratamentos foram constituídos de valores de VDS de 6, 8, 10 e 12 e comparados com sistema convencional com pulverização a cada 5 dias e 7 dias. A pulverização no sistema de previsão foi realizada quando o somatório diário dos valores de VDS (6, 8, 10 e 12) foi atingida, sendo então zerado o somatório e iniciada nova soma dos VDS.

A cada ocorrência de 25 mm de chuva, todos os tratamentos eram pulverizados, zerados e reiniciava-se a contagem do somatório dos valores de severidade.

As pulverizações nos sistemas de previsão iniciaram-se 30 dias após o transplante, período de estabelecimento da muda para surgimento de novas folhas, já os tratamentos de cinco e sete dias foram pulverizados desde o transplante conforme realizado no sistema convencional. As pulverizações foram feitas com um pulverizador costal eletrônico Jetbras® calibrado para 400 L.ha<sup>-1</sup>.

### Avaliação do míldio

A severidade da doença foi avaliada em função da porcentagem visual de cada folha infectada na planta a intervalos regulares de sete dias. A severidade da doença ao longo do ciclo foi integralizada e calculada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), através da fórmula: AACPD =  $\sum [(y_1+y_2)/2]*(t_2-t_1)$ , onde  $y_1$  e  $y_2$  refere-se a duas avaliações sucessivas da intensidade da doença realizadas nos tempos  $t_1$  e  $t_2$  (7 dias), respectivamente.

### Análise dos Dados

Modelos não lineares utilizando o logístico e Gompertz foram usados para descrever o progresso do míldio no tempo em cada um dos tratamentos.

Após examinar as curvas de tendência em cada tratamento foi escolhido o modelo de Gompertz como adequado para representar a severidade acumulada do míldio em semanas após o transplante. Para os valores observados foi ajustado de acordo com as curvas de tendência um modelo de Gompertz definido por:

$$y_{ij} = a \times \exp(-b \times c^{x_i}) \quad (1)$$

onde,  $y_{ij}$  representa a severidade (%) na semana após o transplante para o tratamento  $j$ ,  $x_i$  é o número de semanas após o transplante,  $a$ , o parâmetro  $a$  representa a assíntota superior,  $b$ , o ponto de inflexão e  $c$  é o parâmetro que indica a taxa de progresso. Os parâmetros estimados no modelo de efeitos fixos foram utilizados posteriormente para o ajuste do modelo misto não linear (9). Nesse caso, o modelo de Gompertz foi redefinido de acordo com a seguinte fórmula

$$y_{ij} = (a + u_{aj}) \times \exp(-b \times c^{x_i}) + e_{ij} \quad (2)$$

onde  $u_{aj}$  representa o efeito aleatório adicionado à assíntota para a representação individual de cada tratamento enquanto  $e_{ij}$  representa o erro experimental.

Nesta análise, a comparação de diferentes modelos com as combinações possíveis entre os efeitos fixos ( $a$ ,  $b$  e  $c$ ) e os aleatórios ( $u_{aj}$ ,  $u_{bj}$  e  $u_{cj}$ ) permitiu selecionar a adição de um único efeito aleatório para a assíntota do modelo não linear misto. O melhor ajuste foi obtido com o modelo representado pela equação 2. Os critérios utilizados para a seleção deste modelo foram o logaritmo da máxima verossimilhança (logLik), o critério de informação de Akaike (AIC), o critério de informação Bayesiano (BIC) e do desvio. Estes critérios são comumente usados para comparar o grau de ajuste entre os modelos, com o melhor modelo que apresentam os menores valores de todos esses critérios (21).

Uma vez que os valores iniciais foram encontrados, o modelo misto não-linear foi ajustado com o *nlmer* que é um procedimento incluído no pacote *lme4* (2) usando o método conhecido como aproximação de Laplace para o ajuste do modelo. Para a visualização, foi usado o pacote *lattice* (10). Ambos os pacotes fazem parte do software R de análise estatística versão 2.15.1 (19).

A produtividade comercial (Kg.ha<sup>-1</sup>) foi avaliada por bulbos com diâmetro transversal acima de 35 mm no final do ciclo após 70% das plantas estarem estaladas (finalização do ciclo vegetativo) nos diferentes regimes de pulverização e testemunha.

As médias da AACPD, da severidade final e da produtividade comercial (Kg.ha<sup>-1</sup>) entre os regimes de pulverização foram submetidas à análise de variância pelo teste de F e se significativo foram comparadas estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5%. A testemunha foi submetida à análise estatística pelo teste de Dunnett 5% para verificar o efeito da testemunha com os tratamentos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A finalidade de validar o sistema de Wallin (24) descrito para requeima da batata causado por *Phytophthora infestans* (Mont) De Bary e de verificar sua eficácia para o míldio da cebola, já que são organismos dentro da mesma família e que apresentam as mesmas condições ambientais para desenvolvimento da doença. Esse sistema é de simples interpretação e para seu uso apenas necessitaria saber qual o VDS é necessário para realizar a pulverização.

Para os sistemas de previsão VDS 6, VDS 8, VDS 10 e VDS 12 tiveram respectivamente no ciclo de cultivo 16 e 18; 14 e 14; 10 e 11; 7 e 7 pulverizações quando comparado as 16 e 14; e 12 e 10 pulverizações

**Tabela 2.** Número de pulverizações em diferentes programas de pulverização. IFC/Campus Rio do Sul, 2014 e 2015

Tratamento	Número de pulverizações	
	2014	2015
VDS 6	16	18
VDS 8	14	14
VDS 10	10	11
VDS 12	7	7
A cada 5 dias	16	14
A cada 7 dias	12	10

a cada 5 e 7 dias respectivamente nos anos de 2014 e 2015 (Tabela 2). Pode-se constatar que o sistema VDS 8 e VDS 12 apresentaram mesmo número de pulverizações em ambos os anos de avaliação. O sistema VDS 6 proporcionou um aumento de 33,3% e 80% respectivamente em 2014 e 2015 no número de pulverizações, quando comparado ao sistema de pulverização a cada sete dias, porém foi mesmo número quando as pulverizações foram realizadas de cinco em cinco dias em 2014 (Tabela 2).

No sistema de VDS 12 de avaliação houve uma redução de 56,25% e 50% respectivamente em 2014 e 2015 no número de pulverizações, quando comparado ao sistema de aplicação a cada cinco dias e de 42% e 30% respectivamente quando comparado ao sistema a cada sete dias nos respectivos anos (Tabela 2).

O sistema de Wallin (24) como ferramenta de previsão na cultura do tomateiro na região de Caçador/SC também apresentou redução de aplicação de fungicidas em até 54,6% para a requeima causada por *Phytophthora infestans* (3) e redução de até 60,9% na quantidade de ingrediente ativo (4).

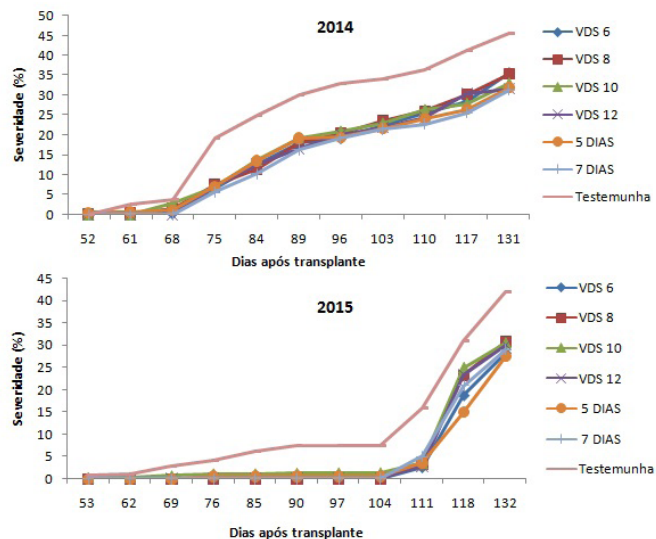
Na área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) os sistemas não foram significativos entre si e diferiram da testemunha para ambos os anos de avaliação, evidenciando a redução do número de pulverização que é possível realizar em relação ao sistema convencional de controle (Tabela 3). O momento mais eficiente da pulverização apresenta um manejo efetivo da doença com o mesmo número de pulverizações (VDS 12) ou até menor (VDS 10) ao realizado empiricamente pelo método de calendário fixo, que normalmente o produtor utiliza. Wordell Filho et al. (26) também encontraram valor de 926,69 na AACPD da testemunha em um experimento com o míldio da cebola, similar ao encontrado nesse trabalho em 2015 (Tabela 3).

**Tabela 3.** Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), severidade final (%) do míldio e produtividade comercial (Kg.ha<sup>-1</sup>) de cebola em diferentes regimes de pulverização em comparação a testemunha. IFC/Campus Rio do Sul, 2014 e 2015

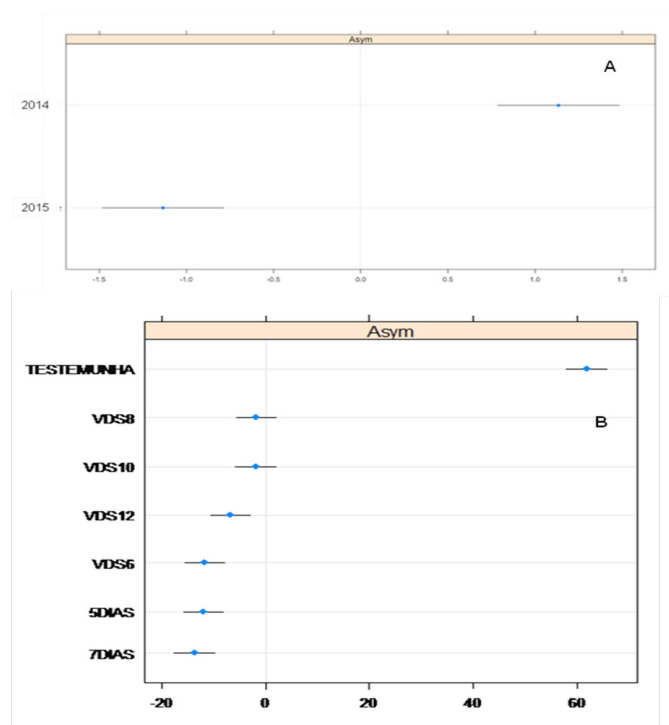
Tratamento	AACPD		Severidade final (%)		Produtividade (Kg.ha <sup>-1</sup> )	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
VDS 6	1259 ns	413ns	32 ns	28 ns	50.813 ns	26.915 ns
VDS 8	1312	485	35	30	49.203	23.391
VDS 10	1301	554	32	30	52.055	23.752
VDS 12	1250	486	31	30	52.320	29.211
A cada 5 dias	1242	396	31	27	50.781	31.107
A cada 7 dias	1144	460	31	29	54.960	26.655
CV (%)	8,5	19,1	12,3	9,8	15,9	16,1
Testemunha	2037*	992*	45*	42*	34.930*	15.773*

ns-não significativo pelo teste F. \*média difere dos tratamentos pelo teste Dunnett 5%.

De maneira geral, o progresso da doença entre os regimes de pulverização ocorreu em níveis de severidade próximos após o início da doença em todo o ciclo da cultura (Figura 1). No entanto as epidemias deferiram (Figura 2A) entre os anos, pois a severidade iniciou a partir dos 68 dias e 104 dias após transplante respectivamente em 2014 e 2015 e seguiu de forma acentuada e continua ao longo do ciclo da cultura em relação aos diferentes regimes de pulverização (Figura 1).



**Figura 1.** Progresso do míldio da cebola sob diferentes programas de pulverização quando comparado a testemunha. IFC/Campus Rio do Sul, 2014 e 2015.



**Figura 2.** Diferenças na assíntota (asym) entre anos (A) e dados de severidade (B) do míldio da cebola sob diferentes regimes de pulverização quando comparados a testemunha. IFC/Campus Rio do Sul, 2014 e 2015.

Os tratamentos não diferiram na severidade final (Tabela 3) ficando entre 31 a 35% e de 28 a 30% em 2014 e 2015 respectivamente. Para a testemunha em 2014 e 2015 iniciou respectivamente aos 52 e 62 dias após transplante onde a severidade final atingiu 45 e 42%, porém acima dos 29,25% encontrado por Wordell filho et al. (26), o que fez com que a testemunha deferisse dos regimes de pulverização pelo teste de Dunnett 5% (Tabela 3).

Em decorrência da diferença de 36 dias para início da epidemia entre os tratamentos (Figura 1) no ano de 2015 em comparação a 2014, os experimentos se diferenciaram entre si, confirmado pela sobreposição longitudinal do desvio da assíntota (asym) (Figura 2A). Ao se comparar o intervalo das médias nas diferenças da assíntota (asym) (Figura 2B) sobre o efeito dos regimes de pulverização, verificou-se que todos se sobrepõem, não havendo diferenças entre eles, no entanto, equidistantes da testemunha, o que acaba os diferindo. Como VDS 12 sobrepõe no desvio padrão de VDS 8 e VDS 10, portanto não diferem estatisticamente deste tratamento. Verifica-se também que a pulverização a cada 5 e 7 dias estão próximas, evidenciando que não há diferenças entre esses dois programas convencionais de pulverização.

No presente trabalho, constatou-se que no sistema de previsão utilizando como indicador do momento da pulverização o VDS 12 houve uma redução no número de pulverização sem comprometer a produtividade (Tabela 3). Pois em 2014 e 2015 a produtividade nesse sistema não diferiu estatisticamente do controle convencional a cada 5 e 7 dias.

O uso do modelo utilizando para previsão tem por objetivo verificar se o comportamento do sistema real é coerente com o modelo avaliado (5, 16). Teng (23) afirma que o rigor da avaliação de um sistema de previsão não deve ser exagerado, uma vez que o sistema é uma aproximação da realidade e durante o processo de avaliação, se necessário, pode se ter um espaço entre o que é estimado e o real para aprimoramento contínuo do sistema (13).

O uso da modelagem mista permitiu comparar o progresso temporal de epidemia em função dos programas de pulverização e constatou-se que é possível uma economia no número de pulverizações e reduzir a severidade da doença através da utilização do VDS 12 baseado no modelo de Wallin (24) quando comparado com o empregado no sistema convencional (5 a 7 dias), servindo como subsídio na tomada de decisão no manejo integrado do míldio da cebola.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro recebido do conselho nacional de desenvolvimento científico e tecnológico - CNPq – Brasil no projeto “Validação de um sistema de previsão do míldio *Peronospora destructor* da cebola” processo: 470176/2013-0 e as bolsas de iniciação científica Pibiti e Pibic do Cnpq. Ao técnico de campo, Marcio Rampelotti pela implantação do experimento e execução das pulverizações.

## REFERÊNCIAS

- Barreto, M.; Vale, F.X.R.; Paul, P.A.; Scaloppi, E.A.G.; Andrade, D.F.A.A. Sistemas de previsão e estação de aviso. In: Vale, F. X. R.; Jesus Junior, W. C.; Zambolim, L (Ed.). **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Perfil, 2004. cap.6, p.243-266.
- Bates, D.; Maechler, M.; Bolker, B. lme4: Linear mixed-effects models using Eigen and R syntax. **R package**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 15 fev. 2013.
- Becker, W.F. Validação de dois sistemas de previsão para o controle da re-



- queima do tomateiro na região de Caçador, SC. **Agropecuária catarinense**, Florianópolis, v.18, n.2, p.63-68, 2005.
4. Becker, W.F.; Mueller, S.; Santos J.P.; Wamser, A.F.; Suzuki, A.; Marcuzzo, L.L. Viability of a prediction system for tomato late blight in the integrated production of tomato in Caçador, Brazil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.29, n.4, p.520-525, 2011.
  5. Bergamim Filho, A.; Amorim, L. **Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico**. São Paulo: Ceres, 1996. 299p.
  6. Bergamim Filho, A.; Amorim, L. Sistemas de previsão e avisos. In: Bergamim Filho, A.; Kimati, H.; Amorim, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia**. 3. ed. São Paulo: Ceres, 1995. v. 1, cap. 31, p.627-646.
  7. Boeing, G. **Fatores que afetam a qualidade da cebola na agricultura familiar Catarinense**. Florianópolis: Instituto CEPA, 2009. 88p.
  8. Campbell, C.L.; Madden, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: Wiley Interscience, 1990. 532p.
  9. Davidian, M.; Giltinan, D.M. Nonlinear Models for Repeated Measurement Data: An Overview and Update. **Jabes**, New York, v.8, p.387-419, 2003.
  10. Deepayan, S. **Lattice: Multivariate Data Visualization with R**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <http://www.R-project.org>. Acesso em: 15 fev. 2015.
  11. Dellamatrice, P.M. **Degradação do herbicida 14C Diuron por *Acinetobacter baumannii* e pela microbiota do solo**. 2000. Dissertação (Mestrado em Ciências) Energia nuclear na agricultura - Universidade de São Paulo-USP, Piracicaba, 2000.
  12. Epagri. **Sistema de produção para a cebola: Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 4ª revisão, 2013. 106p. (Epagri. Sistema de produção 46).
  13. Fernandes, J.M.C.; Maffia, L.A. Simulação de epidemias. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v.2, p.293-334, 1994.
  14. IBGE. **Estatística da produção agrícola, março de 2015**. Brasília/DF, 2015. Disponível em: <http://ftp.ibge.gov.br/Producao\_Agricola/fasciculo\_Indicadores\_IBGE/estProdAgr\_201503.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2016.
  15. Jespersen, G.D.; Sutton, J.C. Evolution of a forecaster for downy mildew of onion (*Allium cepa* L.). **Crop protection**, London, v.6, n.2, p.95-103, 1987.
  16. Kranz, J.; Hau, B. Systems analysis in epidemiology. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.18, p.67-83, 1980.
  17. Krause, R.A.; Massie, L.B. Predictive systems: modern approaches to disease control. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.13, n.1, p.31-47, 1975.
  18. Mizubuti, E.S.G. Sistema de previsão de doenças de plantas: uma ferramenta útil? In: Zambolim, L. (Ed). **1º Encontro de manejo integrado de doença e pragas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. p.42-46.
  18. R Development Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <http://www.R-project.org>. Acesso em: 15 fev. 2016.
  20. Reis, E.M. **Previsão de doenças de plantas**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2004. 316p.
  21. Sakamoto, Y.; Ishiguro, M.; Kitagawa, G. **Akaike Information Criterion Statistics**. Dordrecht, Holland :Kluwer Academic Publishers, 1986, 256p.
  22. Sutton, J.C.; Hildebrand, P.D. Environmental water in relation to *Peronospora destructor* related pathogens. **Canadian Journal Plant Pathology**, Ottawa, v.6, p.323-330, 1985
  23. Teng, P.S.A. Comparison of simulation approaches to epidemic modeling. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.23, p.351-379, 1985.
  24. Wallin, J.R. Summary of recent progress in predicting late blight epidemics in United States and Canada. **American Potato Journal**, Orono, v.39, p.306-312, 1962.
  25. Whiteman, S.A.; Beresford, R.M. Evaluation of onion downy mildew disease risk in New Zealand using meteorological forecasting criteria. 51st New Zealand plant protection conference. Auckland. **Anais**. p.117-122, 1998.
  26. Wordell Filho, J. A.; Martins, D.A.; Stadnick, M.J. Aplicação foliar de tratamentos para controle do míldio e da podridão-de-escamas em bulbos de cebola. **Horticultura brasileira**, Brasília/DF, v.25, n.4, p.544-549, 2007.
  27. Wordell Filho, J. A.; Boff, P. Mildio. In: Wordell Filho, J.A.; Rowe, E.; Gonçalves, P.A.; Debarba, J.F.; Boff, P.; Thomazelli, L.F. **Manejo Fitosanitário na cultura da cebola**. Florianópolis: EPAGRI, p.31-43, 2006.