

Progresso da queima das pontas das folhas da cebola sob diferentes programas de aplicação de fungicidas

Leandro Luiz Marcuzzo¹, Bruna Kotkoski², Cristiane Wernke²

¹Instituto Federal Catarinense – IFC/Campus Rio do Sul, CP 441, CEP 89163-356, Rio do Sul, SC, Brasil. ²Aluna do curso de agronomia IFC/Campus Rio do Sul, CP 441, CEP 89163-356, Rio do Sul, SC, Brasil. Bolsista PIBITI e PIBIC/Cnpq,

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

Data de chegada: 06/07/2018 Aceito para publicação em: 29/04/2019

10.1590/0100-5405/206961

RESUMO

Marcuzzo, L.L.; Kotkoski, B.; Wernke, C. Progresso da queima das pontas das folhas da cebola sob diferentes programas de aplicação de fungicidas. *Summa Phytopathologica*, v.45, n.4, p.415-419, 2019.

A queima das pontas das folhas da cebola, causada por *Botrytis squamosa*, é controlada por meio de pulverizações foliares com fungicidas 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. Programas de pulverização foram baseados no sistema de Marcuzzo & Haveroth com valores de severidade estimada (SE) acumulado de 0,20, 0,25, e 0,30 comparados ao controle padrão (intervalo de pulverizações de 5 e 7 dias) nas safras agrícolas de 2017 e 2018. Com o objetivo de avaliar o progresso da queima das pontas sob os diferentes programas de fungicidas 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 da queima das pontas em função do tempo, nos cinco programas 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 SE=0,30 com três e quatro pulverizações em cada ano 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*, *Botrytis squamosa*, epidemiologia, controle químico.

ABSTRACT

Marcuzzo, L.L.; Kotkoski, B.; Wernke, C. Progress of *Botrytis* leaf blight of onion under different fungicide spraying regimens. *Summa Phytopathologica*, v.45, n.4, p.415-419, 2019.

Botrytis leaf blight of onion, caused by *Botrytis squamosa*, is controlled by foliar spraying with fungicides following a fixed schedule, without considering the progress of the disease. A spraying regimen based on a forecasting system can predict the disease progress, allowing a reduction in the number of sprayings and maximizing the disease control. Spraying programs were established based on the system of Marcuzzo & Haveroth with estimated accumulated severity values (ES) of 0.20, 0.25, and 0.30, compared to standard control programs (application intervals of 5 and 7 days) in 2017 and 2018 growing seasons. To assess the progress of botrytis leaf blight under the different spraying regimens, the statistical modeling technique known as mixed models was applied. These

models include not only the fixed effects, but also the random effects for each individual in the study population. The accumulated severity of botrytis leaf blight as a function of time, for the five spraying programs, was calibrated with a Gompertz model adjusted by the mixed model and the random effect was adjusted to the upper asymptote. This parameter represents the disease severity potential for each treatment. As the result of the model calibration, the treatment with spraying regimen of ES=0.30 with three and four sprayings each year did not differ in control and 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*, *Botrytis squamosa*, epidemiology, chemical control.

Segundo dados do IBGE (16) a cultura da cebola (*Allium cepa* L.), no Brasil, ocupa 58.001 hectares, com uma produção de 1.719,412 toneladas e um rendimento médio de 29.645 Kg.ha⁻¹. O Estado de Santa Catarina é o maior produtor em área de cultivo da cebola e, na safra 2017, produziu 509.389 toneladas representando 29,6% do total produzido do país, numa área plantada de 20.656 hectares, sendo que mais de 70% dessa área esta concentrada na região do Alto Vale do Itajaí (8).

Na cebola são diversos os fatores que contribuem para a baixa produtividade da cultura, e dentre estes, estão as 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 (≤ 22 °C) e alta umidade relativa do ar ($\geq 90\%$), que associado ao monocultivo reflete na alta incidência da queima das pontas causada por *Botrytis squamosa* Walker durante o período de produção de mudas na região (1, 3, 21, 33).

No entanto, como se conhece, muito 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 de resíduo químicos pode contaminar o ambiente (14).

Segundo Bergamim Filho & Amorim (7) os sistemas de previsão de doenças de plantas são representações simplificadas da realidade e preveem o início ou o desenvolvimento futuro de uma doença (4, 18, 25), além da previsão do momento adequado à pulverização com

fungicidas, considerando que o patógeno se encontra em quantidades suficientes para iniciar uma epidemia e que o hospedeiro seja suscetível (22). Para a queima das pontas das folhas da cebola existe o sistema de previsão Botcast (28) desenvolvido nas condições do Canadá e também outros (1, 11, 27, 30, 31, 32), porém eles são um sistema complexo e pouco funcional no sistema produtivo, devido às diversas variáveis que são inseridas no sistema. Sistemas simplificados que analisam a temperatura e a duração do molhamento foliar são de fácil funcionalidade e de interpretação dos dados pelos agricultores.

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 (10). 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 (6).

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 (12).

O objetivo deste trabalho foi analisar o progresso da queima das pontas das folhas da cebola utilizando modelos mistos e identificar o programa de pulverização mais eficiente baseado em um sistema de previsão comparado com o sistema convencional de pulverizações.

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 acima do nível do mar) durante o período de 17 de abril a 30 de junho de 2017 e de 16 de abril a 29 de junho de 2018 totalizando 10 semanas após a semeadura.

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 15,8 e 15,1°C para temperatura do ar, de 18 e 13,1 horas de umidade relativa do ar $\geq 90\%$ e a precipitação pluvial acumulada foi de 485 e 171 mm respectivamente para 2017 e 2018.

Três gramas de sementes de cebola da cultivar Empasc 352/Bola Precoce foram semeadas no canteiro em experimento constituído de blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições. Cada repetição apresentava uma área de 1,00 x 1,00 m, totalizando no mínimo de 600 plantas por repetição. Para avaliação da queima das pontas, dez plantas em cada parcela foram previamente escolhidas e marcadas aleatoriamente. A calagem, adubação, tratos culturais seguiram as normas da cultura (21) e não se utilizou inseticidas devido a não ocorrência de insetos no período de avaliação. A testemunha absoluta, sem pulverização, apenas para comprovação da doença na área constou de tratamento nas mesmas condições e afastada a 10 metros dos demais tratamentos para não haver interferência entre parcelas (23) e foi omitida das análises estatísticas a fim de minimizar o erro experimental (34).

Para que houvesse inóculo do patógeno na área, mudas de cebola com 30 dias de idade foram inoculadas com auxílio de um atomizador portátil uma suspensão (10^4) de conídios de *B. squamosa* e após 24

horas de câmara úmida foram transplantadas a cada um metro linear ao redor do experimento no dia da semeadura. Também foram depositados cinco escleródios do patógeno produzidos pela técnica de Marcuzzo et al. (20) entre as parcelas, para também servir de inóculo primário da doença na área.

Para o controle da queima das pontas foram comparados os seguintes programas de pulverização com mancozeb (80%) + oxicleto de cobre (50%) na dose de 250 g + 200 g pc.h⁻¹ baseado no modelo descrito por Marcuzzo & Haverth (19) expresso em $SE = 0,008192 * (((x-5)^{1,01089}) * ((30-x)^{1,19052})) * (0,33859/(1+3,77989 * \exp(-0,10923*y)))$, onde SE, representa o valor da severidade estimada (0,1); x, a temperatura (°C) e y, o molhamento foliar (horas).

Atribuiu-se os tratamentos com valores acumulados de SE de 0,20; 0,25, e 0,30 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 SE (0,20; 0,25; 0,30) fosse atingida, sendo então zerado o somatório e iniciada nova contagem dos valores de severidade diários.

As pulverizações nos sistemas iniciaram-se 21 dias após a semeadura com um pulverizador costal eletrônico Jetbras® calibrado para 400 L.ha⁻¹. A cada ocorrência de 25 mm de chuva, todos os tratamentos com fungicidas foram aplicados, zerados e reiniciava-se a contagem do somatório dos valores de severidade.

A severidade da doença foi avaliada em função da porcentagem visual de cada folha infectada na planta (9), 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.

Modelos não lineares utilizando o logístico e Gompertz foram usados para descrever o progresso da queima das pontas 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 da queima das pontas em semanas após a semeadura. 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 transplântio para o tratamento j, x_i é o número de semanas após o transplântio, 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 (12). 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 (26).

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* (5) usando o método conhecido como aproximação de Laplace para o ajuste do modelo. Para a visualização, foi usado o pacote *lattice* (13). Ambos os pacotes fazem parte do software R de análise estatística versão 2.15.1 (24).

Nas dez plantas nas quais foi avaliada a intensidade da doença determinou-se a produtividade da biomassa fresca total (g) de cada muda.

As médias da AACPD, da severidade final e da biomassa fresca de muda 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%*.

Para o sistema de previsão SE=0,20, SE=0,25 e SE=0,30 tiveram respectivamente no ciclo de cultivo 6 e 7; 5 e 16; 3 e 4 pulverizações quando comparado as 6 e 10; e 5 e 6 pulverizações a cada 5 e 7 dias respectivamente nas safras de 2017 e 2018 (Tabela 1). Pode-se constatar que o sistema SE=0,30 apresentou o menor número de pulverizações em ambos os anos de avaliação e o sistema SE=0,20 proporcionou um aumento de 20% em ambos os anos de avaliação no número de pulverizações, quando comparado ao sistema de pulverização a cada sete dias. No entanto o sistema, SE=0,25 apresentou o mesmo número de pulverizações quando realizado a cada 5 dias (Tabela 1).

No sistema de SE=0,30 de avaliação houve uma redução de 50% e 60% respectivamente em 2017 e 2018 no número de pulverizações, quando comparado ao sistema de aplicação a cada cinco dias e de 40% e 33% respectivamente quando comparado ao sistema a cada sete dias nos respectivos anos (Tabela 1).

O sistema Botcast (28) como ferramenta de previsão da queima das pontas na cultura da cebola avaliado em diversos locais da província de Ontário no Canadá, apresentou redução inferior a esse trabalho, com 25% de aplicação de fungicidas no limite de 21-30 valores de severidade acumulados do modelo proposto para a doença. Resultados semelhantes desse trabalho foram encontrados com o sistema Blight-alert no estado de Nova York, nos Estados Unidos da América que apresentaram o máximo de 33% no número de pulverizações (30).

Na área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) os sistemas não diferiram entre si no ano de 2017 e não foram significativos em 2018 em relação aos sistemas de pulverização a cada cinco e sete dias, evidenciando a redução do número de pulverização que é possível

realizar em relação ao sistema convencional de controle (Tabela 1). O momento mais eficiente da pulverização apresenta um manejo efetivo da doença com o mesmo número de pulverizações (SE=0,30) ou até igual (SE=0,25) ao realizado empiricamente pelo método de calendário fixo, que normalmente o produtor utiliza.

Os valores de AACPD foram superiores aos encontrados por Boff et al. (9) quando avaliaram diferentes preparados caseiros em comparação com fungicidas aplicados semanalmente para controle da queima das pontas na mesma região de estudo desse trabalho.

De maneira geral, o progresso da doença entre os regimes de pulverização ocorreu em níveis de severidade próximas após o início da doença durante a fase de muda da cultura (Figura 1). No entanto as curvas de progresso não deferiram (Figura 2A) entre os anos, apesar da pouca sobreposição da assíntota, pois a severidade iniciou a partir da 5 e 4ª semana após a semeadura respectivamente em 2017 e 2018 e seguiu de forma acentuada e contínua ao longo do ciclo da cultura em relação aos diferentes regimes de pulverização (Figura 1).

Os tratamentos não diferiram na severidade final (Tabela 2) ficando entre 26,13 a 34,8% e de 27,42 a 37,61% em 2017 e 2018, respectivamente. Valores esses acima dos 10% encontrado por Araújo et al. (2), quando avaliaram a severidade final em pulverização a cada dez dias com diferentes fungicidas e dos 20,2% quando feito semanalmente (9).

Como houve apenas uma semana de diferença dias para início da epidemia entre os tratamentos (Figura 1) no ano de 2017 em comparação a 2018, os experimentos e as repetições tiveram mesmo padrão de avaliação em ambos os anos e não se diferenciaram entre si, confirmado pela sobreposição longitudinal do desvio da assíntota (Figura 2A e Figura 2B). Ao se comparar o intervalo das médias nas diferenças da assíntota sobre o efeito dos regimes de pulverização, verificou-se que todos se sobrepõem, não havendo diferenças entre eles (Figura 2C). Como SE=0,30 sobrepõe no desvio padrão de SE=0,20 e SE=0,25, 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 SE=0,30 houve uma redução no número de pulverização sem comprometer a biomassa fresca de mudas, pois em 2017 e 2018 a biomassa fresca da muda nesse sistema não diferiu estatisticamente do controle convencional a cada 5 e 7 dias (Tabela 2).

O uso do modelo utilizando para previsão tem por objetivo verificar se o comportamento do sistema real é coerente com o modelo avaliado (6, 17). Teng (29) 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 (15).

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 SE=0,30 baseado no modelo de Marcuzzo & Haveroth (19) quando comparado com o empregado no sistema convencional (5 a 7 dias), servindo como subsídio na tomada de decisão no manejo integrado da queima das pontas das folhas da cebola.

Tabela 1. Número de pulverizações em diferentes programas de pulverização. IFC/Campus Rio do Sul, 2017 e 2018

Tratamento	Número de pulverizações	
	2017	2018
SE=0,20	6	7
SE=0,25	5	6
SE=0,30	3	4
A cada 5 dias	6	10
A cada 7 dias	5	6

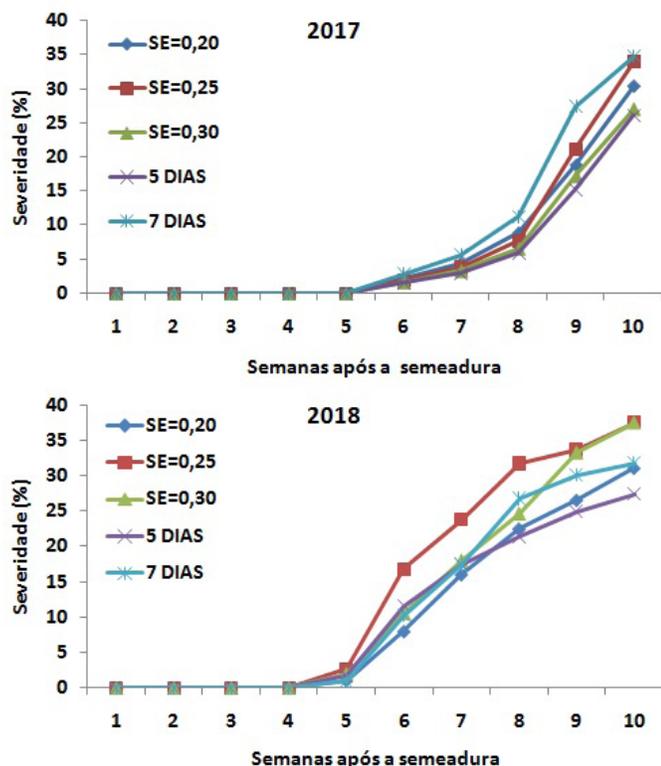


Figura 1. Curvas de progresso da severidade da queima das pontas das folhas da cebola sob diferentes programas de pulverização. IFC/Campus Rio do Sul, 2017 e 2018.

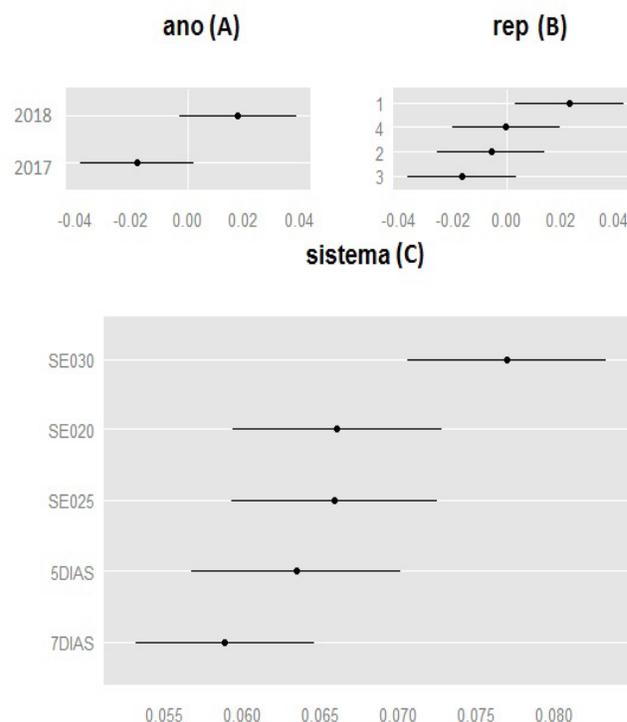


Figura 2. Diferenças na assintota entre anos (A), repetições (B) e dados de severidade (C) da queima das pontas das folhas da cebola sob diferentes regimes de pulverização. IFC/Campus Rio do Sul, 2017 e 2018.

Tabela 2. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), severidade final (%) da queima das pontas das folhas e biomassa fresca (g) das mudas de cebola em diferentes regimes de pulverização. IFC/Campus Rio do Sul, 2017 e 2018

Tratamento	AACPD		Severidade final (%)		Biomassa fresca (g)	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
SE=0,20	285,53 ab	616,05ns	30,34ns	31,14ns	1,15ns	4,28 ns
SE=0,25	309,73 ab	864,89	33,96	37,61	1,19	4,07
SE=0,30	251,47 ab	732,19	27,02	37,56	1,03	5,04
A cada 5 dias	230,72 b	617,69	26,13	27,42	0,93	5,23
A cada 7 dias	380,67 a	697,23	34,80	31,86	1,01	4,5
CV (%)	21,79	28,42	14,84	22,06	26,81	12,00

Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey 5%. ns-não significativo pelo teste F.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro recebido do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq – Brasil nas bolsas de iniciação científica Pibiti e Pibic do Cnpq. Ao técnico de campo, Marcio Rampelotti pela implantação do experimento e execução das pulverizações.

REFERÊNCIAS

1. Alderman, S.C.; Biernbaum, J.A.; Hoffhines, M. Timberlake, D.M.; Welch, D.P.; Lacy, M.L.; Barr, R.O. A simulation on model of the spread of botrytis leaf blight of onion and its effect on onion yields. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.19, n.1, p.55-70, 1987.
2. Araújo, E.R.; Alves, D.P.; Higashikawa. Cultivar resistance and chemical, biological and fertilizer treatments for controlling Botrytis leaf blight of onion. **Tropical plant pathology**, Brasília, v.43, n.2, p.160-164, 2018.
3. Araújo, E.R.; Marcuzzo, L.L.; Alves, D.P. Manejo de doenças. In: Nick, C.; Borém, A. **Cebola: do plantio a colheita**. Viçosa: UFV, Cap.7, p.126-155, 2018.
4. 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.

5. Bates, D.; Maechler, M.; Bolker, B. lme4: Linear mixed-effects models using Eigen and Eigen++ S4 classes. **R package**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 2 jul. 2018.
6. Bergamim Filho, A.; Amorim, L. **Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico**. São Paulo: Ceres, 1996. 299p.
7. Bergamim Filho, A.; Amorim, L. Sistemas de previsão e avisos. In: Amorim, L.; Rezende, J.A.M.; Bergamim Filho, A. (Ed.). **Manual de fitopatologia**. 4. ed. São Paulo: Ceres, 2011. v.1, cap. 18, p.389-408.
8. Boeing, G. **Fatores que afetam a qualidade da cebola na agricultura familiar Catarinense**. Florianópolis: Instituto CEPA, 2009. 88p.
9. Boff, P.; Gonçalves, P.A.S.; Debarba, J.F. Efeito de preparados caseiros no controle da queima-acizentada, na cultura da cebola. **Horticultura brasileira**, Brasília, DF, v.17, n.2, p.81-85, 1999.
10. Campbell, C.L.; Madden, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: Wiley Interscience, 1990. 532p.
11. Carisse, O.; Levasseur, A.; Van der Heyden, H. A new risk indicator for botrytis leaf blight of onion caused by *Botrytis squamosa* baseado na infecção e eficiência de inóculo aéreo. **Plant pathology**, Oxford, v.61, n.11, p.1154-1164, 2012.
12. Davidian, M.; Giltinan, D.M. Nonlinear Models for Repeated Measurement Data: An Overview and Update. **Jabes**, New York, v.8, p.387-419, 2003.
13. Deepayan, S. **Lattice: Multivariate Data Visualization with R**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 2 jul. 2018.
14. 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.
15. Fernandes, J.M.C.; Maffia, L.A. Simulação de epidemias. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v.2, p.293-334, 1994.
16. IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil, dezembro 2017, Rio de Janeiro, 2018** Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=76>>. Acesso em: 04 jul. 2018.
17. Kranz, J.; Hau, B. Systems analysis in epidemiology. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.18, p.67-83, 1980.
18. 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.
19. Marcuzzo, L.L.; Haverth, R. Development of a weather-based model for Botrytis leaf blight of onion. **Summa phytopathologica**, Botucatu, v.42, n.1, p.92-93, 2016.
20. Marcuzzo, L.L.; Nascimento, A.; Kotkoski, B. Technique for inducing *Botrytis squamosa* sclerotium formation *in vitro*. **Summa phytopathologica**, Botucatu, v.43, n.3, p.251, 2017.
21. Menezes Júnior, F.O.G.; Marcuzzo, L.L. **Manual de boas práticas agrícolas: sustentabilidade das lavouras de cebola do estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2016, 143p.
22. 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.
23. Oliveira, D.A. Modelos matemáticos na experimentação com defensivos. **Fitoptologia Brasileira**, Brasília, DF, v.11, n.1, p.11-23, 1986
24. 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: 2 jul. 2018.
25. Reis, E.M. **Previsão de doenças de plantas**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2004. 316p.
26. Sakamoto, Y.; Ishiguro, M.; Kitagawa, G. **Akaike Information Criterion Statistics**. Dordrecht, Holland :Kluwer Academic Publishers, 1986, 256p.
27. Survilienė, E.; Rasiukevičiūtė, N.; Vališkaite, A.; Duchovskienė, L.; Kažlauskaitė, N. Onion botrytis leaf blight and botrytis leaf spot management using forecasting model. In: Rural development 2013, 6, 2013, Akademija. **Anais**. Akademija: Aleksandras Stulginski University, 2013. p.254-257.
28. Sutton, J.C.; James, T.D.W.; Rowell, P.M. Botcast: a forecasting system to time initial fungicide spray for managing botrytis leaf blight of onions. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.18, n.2, p.123-143, 1986.
29. Teng, P.S.A. Comparison of simulation approaches to epidemic modeling. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.23, p.351-379, 1985.
30. Vincelli, P.C.; Lorbeer, J.W. BLIGHT-ALERT: A weather-based predictive system for timing fungicide applications on onion before infection periods of *Botrytis squamosa*. **Phytopathology**, St. Paul, v.79, n.4, p.493-498, 1989.
31. Vincelli, P.C.; Lorbeer, J.W. Relationship of precipitation probability to infection potential of *Botrytis squamosa* on onion. **Phytopathology**, St. Paul, v.78, n.8, p.1078-1082, 1988.
32. Vincelli, P.C.; Lorbeer, J.W. Forecasting spore episodes of *Botrytis squamosa* in commercial onion fields in New York. **Phytopathology**, St. Paul, v.78, n.7, p.966-970, 1988.
33. Wordell Filho, J. A.; Boff, P. Queima-acizentada – *Botrytis squamosa* Walker. In: Wordell Filho, J.A.; Rowe, E.; Gonçalves, P.A.; Debarba, J.F.; Boff, P.; Thomazelli, L.F.. **Manejo Fitossanitário na cultura da cebola**. Florianópolis: EPAGRI, p.19-30, 2006.
34. Zadoks, J.C.; Schein, R.D. **Epidemiology and Plant Disease Management**. New York: Oxford University Press. 1979. 427p.