

Uso de extratos vegetais no controle alternativo da podridão parda do pessegueiro

Daniele Cristina Fontana^{1*}, Stela Maris Kulczynski¹, Renato Trevisan², Denise Schmidt¹, Braulio Otomar Caron¹, Marcos Vinícius Marques Pinheiro¹, Matheus Milani Pretto¹ e Maria Inês Diel¹

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de produtos alternativos no controle de *Monilinia fructicola*, causador da podridão parda, *in vitro* e na pós-colheita de frutos de pessegueiro. Os tratamentos consistiram em extratos vegetais de canela (CA), cravo da índia (CI), boldo (BO), fosfito de potássio (FP), fungicida tebuconazole (FT) e controle com água (CO). Para o experimento *in vitro*, avaliou-se crescimento micelial (CM), índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM) e percentual de inibição do crescimento (PIC). Para pós-colheita, frutos de pêssego de duas cultivares (Chimarrita e Precocinho), foram imersos nos tratamentos acima citados, (além de acibenzolar-S-methyl (ASM), apenas para cv. Chimarrita). Avaliou-se a gravidade da doença através do índice de doença (%) e área sob a curva de progresso da doença (AACPD). O fungicida tebuconazole inibiu o CM *in vitro* e *in vivo*. Os extratos de CI e FP reduziram CM e IVCM, com PIC mais elevada. FP e ASM reduziram o desenvolvimento da doença *in vivo*, com resultados promissores para Chimarrita. Controles alternativos como extratos vegetais, fosfítos e ácidos reduzem podridão parda em frutos de pessegueiro.

Palavras chave: *Prunus persica*, *Monilinia fructicola*, tebuconazole, acibenzolar-S-methyl, manejo integrado.

Use of plant extracts in peach brown rot alternative control

Abstract: The aim was to evaluate the potential of alternative and chemical products on the control of *Monilinia fructicola*, causal agent of brown rot, *in vitro* and in post-harvest of peach fruits. The treatments consisted of plant extracts of cinnamon (CI), clove (CL), boldo (BO), potassium phosphite (PP), fungicide tebuconazole (FT) and control with water (CO). For the *in vitro* experiment, it was evaluated mycelial growth (MG), velocity index of mycelial growth (VIMG) and percentage of growth inhibition (PGI). For post-harvest, peach fruits of two cultivars (Chimarrita and Precocinho) were to immersion in the mentioned treatments (besides acibenzolar-S-methyl (ASM) for Chimarrita cv). Was evaluated the severity of the disease through disease index (%) and area under the disease progress curve (AUDPC). The fungicide tebuconazole inhibited the MG *in vitro* and *in vivo*. The extract of CL and PP reduced the MG and MGRI, with the highest PGI. PP and ASM reduced the development of the disease *in vivo*, with promising results for Chimarrita. Alternative controls such as plant extracts, phosphites and acids reduce brown rot in peach fruits.

¹ Universidade Federal de Santa Maria, campus Frederico Westphalen, Departamento de Ciências Agronômicas e Ambientais, Linha 7 de Setembro, s/n, BR 386 Km 40, CEP: 98400-000, Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, Brasil. daani_fontana@hotmail.com

² Universidade Federal de Santa Maria, campus Santa Maria, Colégio Politécnico, nº 1000, prédio 70, Campus Universitário, Km 09, Faixa Camobi, CEP: 97015-900, Santa Maria, Brasil.

Keywords: *Prunus persica*, *Monilinia fructicola*, tebuconazole, acibenzolar-S-methyl, integrated management.

Introdução

O pessegueiro (*Prunus persica*) é uma das principais frutíferas de clima temperado (NILO *et al.*, 2012). Os principais países produtores são a China, Itália, Estados Unidos da América, Espanha e Grécia. No Brasil a produção de frutos em 2013 foi de 217.706 toneladas (FAOSTAT, 2016), concentrando-se nas regiões Sul e Sudeste, sendo o Rio Grande do Sul o principal Estado produtor (FACHINELLO *et al.*, 2011; BARBOSA *et al.*, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 2011). A cultura do pessegueiro pode ser atacada por uma diversidade de doenças que provocam elevadas perdas na produtividade (CAI *et al.*, 2015). Normalmente para o controle destas doenças são utilizados fungicidas sintéticos que podem ser perigosos à saúde humana (ROMANAZZI *et al.*, 2012). Dessa forma, vem se buscando nos últimos anos, o desenvolvimento de métodos alternativos devido às crescentes restrições regulamentares sobre o uso de fungicidas (CAI *et al.*, 2015) e pelo fato de que estas aplicações deixam resíduos químicos nos frutos produzidos.

Dentre as principais doenças que atacam as fruteiras de caroço, está a podridão parda, que é considerada a principal doença que acomete as culturas tanto na fase de pré-colheita quanto na fase de pós-colheita dos frutos, podendo causar perdas severas, caso medidas adequadas de controle não sejam tomadas (CARVALHO *et al.*, 2009). As medidas de controle desta doença são poucas, sendo a aplicação de fungicidas sintéticos, a principal alternativa utilizada. Porém a utilização indiscriminada de fungicidas tem causado danos ao ambiente e aos seres vivos (CARVALHO *et al.*, 2012), aumentando a busca por novos métodos de proteção fitossanitária.

Os metabólitos secundários, presentes no extrato bruto de plantas, constituem-se em uma forma potencial de controle alternativo de doenças em plantas cultivadas (LINS *et al.*, 2011). Alguns estudos têm demonstrado o efeito inibitório de produtos naturais sobre o desenvolvimento de microrganismos patogênicos (CARVALHO, 2009; ABREU *et al.*, 2008), inibindo tanto o crescimento micelial quanto a germinação de esporos (STANGARLIN *et al.*, 1999).

Diante da diversidade de substâncias que existem nas plantas a eficiência do defensivo natural depende da espécie envolvida, do tipo de doença controlada e dos processos tecnológicos utilizados na obtenção e manipulação do extrato (SILVA, 2005). O uso de extratos brutos, visando o controle de fitopatógenos, tem demonstrado que alguns destes

possuem comprovadas propriedades antimicrobianas que afetam o desenvolvimento fúngico tanto *in vitro* quanto *in vivo* (MONTES-BELMONT *et al.*, 2000). Por exemplo, a planta cravo-da-índia (*Caryophyllus aromaticus*) tem ação germicida, antisséptica, desinfetante e anestésica local (ARAÚJO, 2005). Já os óleos essenciais de canela e cravo têm grande potencial no controle de doenças, pois atuam no desenvolvimento micelial de alguns fungos (CHALFOUN *et al.*, 2004).

Além da utilização de extratos e óleos essenciais de plantas, como alternativas para o manejo de doenças, vêm sendo utilizado fosfitos, devido ao seu efeito antifúngico, pois são capazes de induzir a formação de fitoalexinas (BRACKMAMNN *et al.*, 2004; BONETI & KATSURAYAMA, 2002; SAUTHER *et al.*, 2008); e o acibenzolar-S-methyl (Bion®), um indutor de resistência análogo ao ácido salicílico (VENÂNCIO *et al.*, 2000), atuando na indução da biossíntese de enzimas envolvidas na formação de compostos de defesa vegetal, e proteínas relacionadas a patogenicidade (DANNER *et al.*, 2008; MAZARO *et al.*, 2008; TAIZ & ZEIGER, 2004). Entretanto, a interação e eficiência destes métodos não estão totalmente esclarecidas para o controle da podridão parda.

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o potencial de produtos alternativos e químicos no controle de *Monilinia fructicola* causadora da podridão parda em cultivares de pêssegueiro.

Material e métodos

Material vegetal e condições do experimento

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal de Santa Maria, Campus Frederico Westphalen, sendo dividido em duas etapas: *in vitro* e na pós-colheita de pêssegos das cultivares Precocinho e Chimarrita, fisiologicamente maduros, oriundos de diferentes pomares da cidade de Planalto – RS, no ano de 2015.

Origem do isolado

Para avaliação do efeito dos extratos vegetais como forma de controle alternativo contra o fungo *Monilinia fructicola*, foram coletados frutos com sintomas típicos da doença, em comércio local no município de Planalto – RS. O fungo patogênico foi identificado, as estruturas isoladas e inoculadas em placas de Petri (90 x 25 mm, J. Prolab®) contendo meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar), sendo armazenadas em câmara BOD durante sete dias à temperatura de 23 °C, seguido de multiplicação para a realização dos experimentos.

Experimento 1 - O uso de controle alternativo tem influência sobre o crescimento micelial *in vitro* de *Monilinia fructicola*

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com seis tratamentos [T1 – extrato de inflorescências de cravo da índia (CI); T2 – canela em casca (CA); T3 – folhas de boldo (BO); T4 – fosfito de potássio na dose recomendada para a cultura ($2,0 \text{ ml L}^{-1}$) (FP); T5 – fungicida tebuconazol (FT) na dose recomendada para a cultura (1 ml L^{-1}); T6 – controle (C)], 10 repetições e a unidade experimental sendo uma placa/repetição.

As especiarias [cravo da índia (*Syzygium aromaticum*); canela (*Cinnamomum zeylanicum*); boldo (*Peumus boldus*)] foram utilizadas na forma de infusão em água destilada autoclavada, sendo adicionado ao meio de cultura na concentração de 10% do extrato bruto. Todas as soluções foram filtro esterilizadas, com auxílio de papel milipore $0,22 \mu\text{m}$ e recolhido em Erlenmeyer para evitar contaminação advinda do material vegetal. Os tratamentos foram incorporados ao meio de cultura BDA fundente, a 50°C , e para o tratamento controle, apenas o meio de cultura BDA.

Em câmara de fluxo laminar, foram transferidos discos de micélio de *Monilinia fructicola* com 7 mm para o centro das placas de Petri contendo seus respectivos tratamentos. Após inoculação, as placas foram incubadas em câmara tipo BOD, a temperatura de 23°C e fotoperíodo de 12 horas.

Realizou-se a medição do tamanho das colônias em posição ortogonal, até que o tratamento controle atingisse o diâmetro total da placa de Petri. Sendo possível determinar, no final do experimento, o Índice de Velocidade de Crescimento Micelial (IVCM), utilizando-se da equação adaptada por Oliveira (1991):

$$\text{IVCM} = \Sigma (D - Da) / N \quad (1)$$

em que: IVCM = Índice de velocidade de crescimento micelial; D = Diâmetro médio atual; Da = Diâmetro médio do dia anterior; e N = Número de dias após a montagem do experimento (repicagem do fungo).

No décimo dia de avaliação, após o tratamento controle ter crescido em toda a superfície do meio de cultura, realizou-se a última medição (média de duas medidas de diâmetros opostos), podendo-se determinar o Crescimento Micelial (CM). A partir dos valores médios do tratamento controle foi possível avaliar a Percentagem de Inibição do Crescimento (PIC), proporcionada pelos tratamentos.

Dessa forma, as variáveis IVCM, CM, e PIC foram submetidas à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, por meio do programa estatístico Genes (CRUZ, 2013). Por não seguirem a distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk, os dados da variável PIC foram transformados para arcsen \sqrt{x} .

Experimento 2 - Os controles alternativos possuem ação sobre a podridão parda em frutos de pessegueiro?

Foram adquiridos frutos de pessegueiro das cultivares Precocinho e Chimarrita, de diferentes pomares, diretamente de produtores rurais no mês de setembro de 2015. Os frutos utilizados para o experimento foram inicialmente desinfestados em solução de álcool a 70%, seguido de hipoclorito de sódio 2% e água destilada autoclavada para lavagem, durante um minuto cada e secos em papel toalha. Os frutos foram imersos em cada tratamento específico durante dois minutos, e depois foram acondicionados em suportes de PVC sobre bandejas plásticas contendo papel toalha umedecido com água destilada autoclavada (Figura 1 e 2). Promoveu-se câmara úmida nas bandejas com auxílio de sacolas plásticas, permanecendo em bancada com temperatura a cerca de 23 °C até 120 horas após a imersão. Avaliou-se apenas o desenvolvimento das infecções latentes oriundas do pomar sob efeito dos tratamentos aplicados na pós-colheita.

O experimento foi conduzido em DIC para as duas cultivares, com sete tratamentos, dentre eles: T1 - extrato de inflorescências de cravo da índia (CI); T2 - canela em casca (CA); T3 - folhas de boldo (BO); T4 - fosfato de potássio (FP) na dose recomendada (2,0 ml L⁻¹); T5 - fungicida tebuconazol (FT), na dose recomendada para a cultura (1,0 ml L⁻¹); T6 – acibenzolar S-metil (ASM) (BION®, 50% de i.a); T7 – Controle em água destilada autoclavada (CO). Os tratamentos foram testados na forma de infusão em água destilada na concentração de 10% do extrato bruto realizando-se a imersão na solução dos frutos de pessegueiro. Cada tratamento foi composto por 10 frutos, e a unidade experimental considerada um fruto/repetição.

Para análise do efeito curativo dos tratamentos, as avaliações iniciaram-se 48 horas após imersão nos tratamentos, sendo realizadas diariamente até 120 horas de incubação. Avaliou-se diariamente a severidade de infecção do fruto por *Monilinia fructicola*, baseados na escala de WAGNER JÚNIOR *et al.* (2005) com notas de 0 a 4 (nota 0: fruto sem infecção; nota 1: de 0 a 25% da superfície do fruto com lesão da doença; nota 2: de 25 a 50% da

superfície do fruto com lesão da doença; nota 3: de 50 a 75% da superfície do fruto com lesão da doença; e nota 4: maior do que 75% da superfície do fruto com lesão da doença).

Com base nos dados obtidos foi determinada a área abaixo da curva de progresso da doença e o Índice de doença (%), através das seguintes fórmulas:

$$\text{AACPD} = \Sigma [(I_i + I_{i+1})/2 \cdot (T_{i+1} - T_i)] \quad (2)$$

onde, I_i = incidência na época da avaliação i e T_i = dias transcorridos após o tratamento pós-colheita.

$$\text{Índice de doença (\%)} = (n_1 \times 0 + n_2 \times 25 + n_3 \times 50 + n_4 \times 100) / N \quad (3)$$

onde: n_1 , n_2 , n_3 e n_4 = número de frutos da amostra com as notas 1, 2, 3 e 4; N = número total de frutos.

Dessa forma avaliou-se a severidade de infecção do fruto por *Monilinia fructicola* através da construção da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e a determinação do índice da doença (%) por dia de avaliação até 120 horas. Os dados do índice da doença foram apresentados em porcentagem para cada tratamento. Para a variável AACPD, realizou-se à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade, por meio do programa estatístico Genes (CRUZ, 2013). Por não seguirem a distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk, os dados da variável AACPD foram transformados para $\text{arc sen } \sqrt{x}$.

Resultados e Discussões

Experimento 1 - O uso de controle alternativo apresenta influência sobre o crescimento micelial *in vitro* de *Monilinia fructicola*

Pela análise de variância foi possível observar significância a 5% de probabilidade pelo teste F para as variáveis IVCM, CM e PIC.

Para a variável IVCM, observou-se que o tratamento químico com FT foi superior significativamente quando comparado aos demais tratamentos, inibindo completamente o desenvolvimento da podridão parda. No entanto, observou-se que os tratamentos alternativos (CI e FP) proporcionaram efeitos positivos de controle, diminuindo o desenvolvimento da doença, quando comparado aos demais tratamentos (Tabela 1). Contudo, não existem trabalhos na literatura que analisem o efeito do fungicida *in vitro*.

Tabela 1 - Índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM), crescimento micelial (CM), e percentual de inibição do crescimento (PIC), no controle alternativo de *Monilinia fructicola* *in vitro*, Frederico Westphalen, RS, 2016.

Tratamentos	IVCM	CM (cm)	PIC (%)
Extrato de cravo da índia (CI)	1,91 b	3,83 b	46,42 b
Extrato de canela em casca (CA)	3,49 c	7,66 c	0,33 c
Extrato de boldo (BO)	3,55 c	6,99 c	5,58 c
Fosfato de Potássio (FP)	2,45 b	4,90 b	31,34 b
Fungicida tebuconazol (FT)	0,00 a	0,00 a	100 a
Controle	3,57 c	7,14 c	5,30 c
CV (%)	10,43	10,50	30,73

*Letras iguais entre os tratamentos, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância (médias apresentadas sem transformação).

A influência positiva dos tratamentos alternativos pode ser observada através das variáveis CM e PIC, no qual observou-se uma redução do crescimento micelial de 3,31 e 2,24 cm para os tratamentos com CI e FP, que correspondem a 46,35 e 31,37% de inibição, respectivamente, quando comparado ao controle. Contudo, a maior eficiência de controle foi verificada para o tratamento com FT (controle químico), o qual inibiu o crescimento micelial de *Monilinia fructicola* ($p<0,05$).

Alguns autores citam o tebuconazol como um dos principais ingredientes ativos para controle químico, mostrando potencial para controle na floração e em pré-colheita (MAY-DE MIO *et al.*, 2004). Resultados semelhantes foram observados por Moreira (2004), no qual o uso do fungicida tebuconazol (100 mg L⁻¹) inibiu 94% do crescimento micelial de *Monilinia fructicola*. Tebuconazol é um ingrediente ativo da classe dos sistêmicos, pertencente ao grupo químico dos triazóis, com ação preventiva e curativa para controle de *Monilinia fructicola*; e por ser recomendado para a cultura (AGROFIT, 2016), o presente trabalho comprovou sua eficiência contra a doença da podridão parda.

Os efeitos de soluções com cravo da índia no controle de *Monilinia fructicola* são pouco estudados, porém já foram verificados resultados positivos para outros patógenos. Por exemplo, para *Colletotrichum gloesporioides*, na concentração de 0,3 µL mL⁻¹ de óleo essencial, foi possível verificar inibição do IVCM (GOMES 2008); para *Colletotrichum* sp., *Colletotrichum kikushi*, *Fusarium solani* e de *Phomopsis* sp. nas concentrações de 0,74, 0,75, 0,89 e 0,70 µL mL⁻¹, com redução no crescimento micelial (VENTUROSO *et. al.*, 2011); como também para *Glomerella cingulata* (ROLZWALKA *et al.*, 2008), *Aspergillus niger*, *Rhizopus* sp., *Eurotium repus* e *Penicillium* spp. (PEREIRA *et al.*, 2001), e *Rhizoctonia*

solani (COSTA *et al.*, 2011). O efeito antifúngico do cravo da índia se deve ao seu componente majoritário, o eugenol. Este composto é um fenol volátil que apresenta efeito nematicida (TSAO & YU 2000), inseticida (EL-HAGET *et al.*, 1999), antiviral (YUKAWA *et al.*, 1996), bactericida (Dorman & Deans 2000), alelopático (MAZZAFERA, 2003) e fungicida (DELESPAUL *et al.*, 2000), sendo seu efeito fungicida confirmado no presente trabalho.

Moreira *et al.* (2002) testando fosfito de potássio na região da Lapa, SP, encontrou 47,6% de eficiência no controle de *Monilinia fructicola* latente na pós-colheita de frutos de pêssego da cv. BR-1. A eficiência do fosfito de potássio já foi comprovada para outros patógenos, como por exemplo, no controle da podridão por *Lasiodiplodia theobromae* em manga (PENARIOL *et al.*, 2008; BRACKMANN *et al.*, 2004), podridões em maçãs (BRACKMANN *et al.*, 2004; SAUTTER *et al.*, 2008) e no controle de *Penicillium* spp. em maçãs (BRACKMANN *et al.*, 2005). O fosfito de potássio vem sendo recomendado para o controle de doenças, pois seu metabólito, o ácido fosforoso, confere elevada atividade antifúngica em plantas, e também inibindo fortemente os oomicetos (BONETI & KATSURAYAMA, 2005). Esses dados sugerem que o efeito fungistático do FP pode ter reduzido o crescimento micelial (CM) e o índice de velocidade de crescimento micelial para *Monilinia fructicola* (IVCM) no presente estudo.

Para o extrato aquoso de canela constatou-se menor atividade antifúngica contra podridão parda, apresentando os maiores valores de CM e IVCM, e os menores para PIC. Alguns autores relatam o efeito variável do extrato de canela; Venturoso *et al.* (2011) verificaram baixo potencial deste extrato no controle de doenças fitopatogênicas em concentrações até $2 \mu\text{L mL}^{-1}$. Já Lorenzetti *et al.* (2011), utilizando óleo de canela para controle de *Botrytis cinerea*, obtiveram 84% de controle na dose de $1 \mu\text{L mL}^{-1}$, quando comparado à testemunha; e com $0,25 \mu\text{L mL}^{-1}$ o óleo de canela e cravo da índia apresentaram 41 e 31% de controle, respectivamente. Os resultados observados no presente trabalho são os primeiros relatos no controle alternativo da doença podridão parda em pêssego. Contudo, torna-se necessário a avaliação de seu potencial *in vivo* para confirmação de sua eficiência.

Experimento 2 - Os controles alternativos apresentam ação sobre a podridão parda de frutos de pêssego na pós-colheita

Pela análise de variância observou-se que a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) foi significativa a 5% de probabilidade pelo teste F, para ambas as cultivares.

Para a cultivar Chimarrita, os resultados da AACPD demonstraram que os tratamentos utilizados possuem potencial para redução da severidade da doença. Principalmente os tratamentos FP e ASM os quais proporcionaram menor AACPD, quando comparados ao tratamento controle. FT (Figura 1E) apresentou superioridade apenas quando comparado aos tratamentos CI, CA, BO e CO (Figura 1C e 1G). Entretanto, para Precocinho, foi possível observar maior severidade da doença (Figura 2), devido à maior AACPD. Os tratamentos alternativos não diferiram entre si, contudo foram superiores ao CO e inferiores ao controle químico (FT) (Figura 2E), ou seja, não foram suficientes para reduzir a severidade da doença, como o observado para a cultivar Chimarrita (ASM não foi testado para esta cultivar Precocinho) (Tabela 2).

Tabela 2 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) em frutos fisiologicamente maduros de duas cultivares de pêssego (cv. Chimarrita e Precocinho) tratados com produtos alternativos na pós-colheita. Frederico Westphalen, RS, 2016.

Tratamentos	cv. Chimarrita	cv. Precocinho
Extrato de cravo da índia (CI)	50,4 a	180 b
Extrato de canela em casca (CA)	45,6 a	176,4 b
Extrato de boldo (BO)	70,8 a	190,8 b
Fosfato de Potássio (FP)	8,4 b	218,4 b
Fungicidate buconazol (FT)	0,0 b	0,0 c
Acibenzolar S-metil (ASM)	9,6 b	-
Controle	62,4 a	324,0 a
CV (%)	92,65	36,01

Letras minúsculas iguais na coluna não diferem significativamente pelo teste Scott-Knott a 5% de significância (médias originais).

Figura 1 - Frutos de pêssego cultivar Chimarrita submetidos ao controle alternativo de *Monilinia fructicola* na pós-colheita após 120 horas de incubação. Extrato de cravo da índia – CI (A), Extrato de canela – CA (B), Extrato de Boldo – BO (C), Fosfato de Potássio – FP (D), Fungicida tebuconazole – FT (E), Acibenzolar S-metil – ASM (F), Controle (G). Barras: A-F: 5 cm. Frederico Westphalen, RS, 2016.

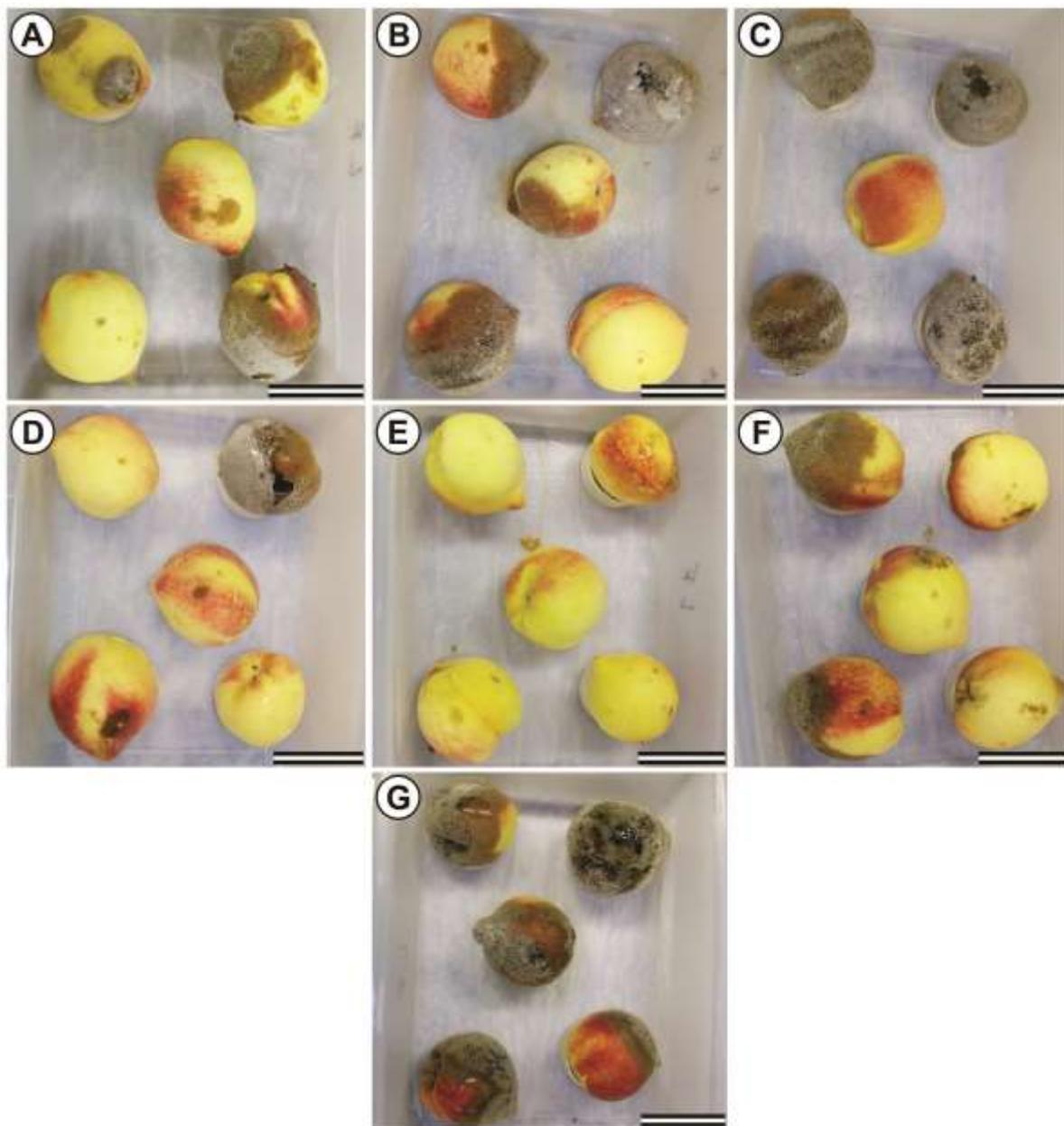


Figura 2 - Frutos de pêssego cultivar Precocinho submetidos ao controle alternativo de *Monilinia fructicola* na pós-colheita após 120 horas de incubação. Extrato de cravo da índia – CI (A), Extrato de canela – CA (B), Extrato de Boldo – BO (C), Fosfato de Potássio – FP (D), Fungicida tebuconazole – FT (E), Controle – CO (F). Barras: A-F: 5 cm. Frederico Westphalen, RS, 2016.

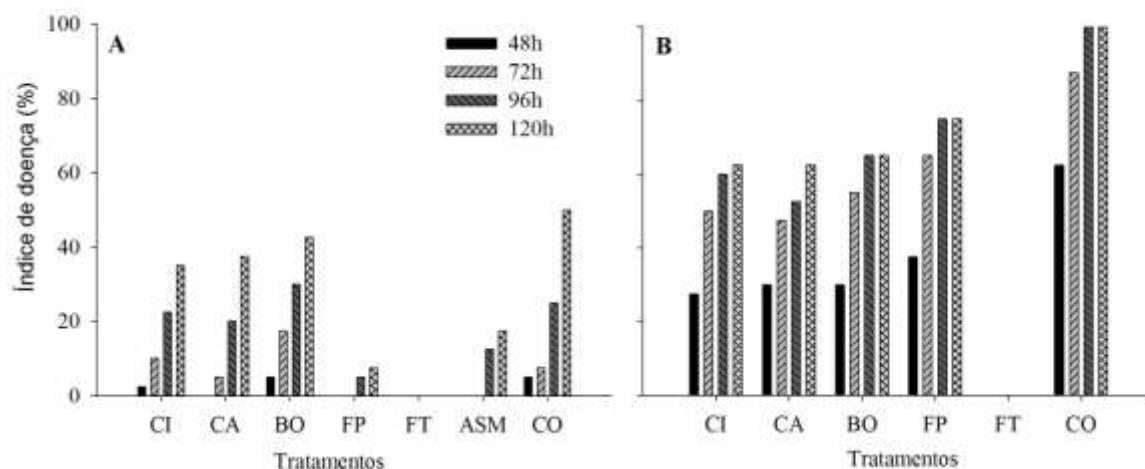


Para a variável Índice de doença (%) foi possível verificar que houve diferença entre os tratamentos testados no desenvolvimento da doença, para as cultivares avaliadas (Figura 3). De maneira geral, na cultivar 'Precocinho' ocorreu maior desenvolvimento da doença quando comparado a cultivar 'Chimarrita'. Os tratamentos alternativos apresentaram diferenças entre as cultivares testadas, sendo que FP proporcionou maiores índices de controle para cultivar Chimarrita e menores para Precocinho, com 42,50% e 25% de controle às 120 horas, respectivamente, em relação ao tratamento controle.

O extrato de CA possibilitou redução do índice de doença para a cultivar Precocinho até 72 horas após tratamento. ASM, como ativador de plantas, proporcionou inibição do índice de doença até as 96 horas após os frutos serem submetidos ao tratamento. Embora os tratamentos alternativos possibilitem redução da severidade, calculada através do índice de doença, somente o controle químico com FT inibiu completamente o desenvolvimento da

doença durante todo o período de avaliação (48 a 120 horas), para as duas cultivares avaliadas (Figura 3A – Chimarrita, 3B – Precocinho).

Figura 3 - Índice de doença (%) em frutos de pessegueiro tratados na pós-colheita com produtos alternativos, Extrato de cravo da índia – CI, Extrato de canela – CA, Extrato de Boldo – BO, Fosfito de Potássio – FP, Fungicida tebuconazole – FT, Acibenzolar S-metil - (ASM), Controle – CO, avaliados às 48, 72, 96 e 120 h, para as cultivares Chimarrita (A) e Precocinho (B), Frederico Westphalen, RS, 2016.



A diferença da severidade da doença, verificada no estudo entre as cultivares, pode estar relacionada ao manejo do pomar e a quantidade de inóculo presente na área. No entanto, existem poucos relatos referentes às diferenças de resistência a *Monilinia fructicola* e os diferentes genótipos de pessegueiro (JUNIOR *et al.*, 2008). A comparação entre os diferentes estudos e trabalhos científicos torna-se um desafio, pois normalmente são diferentes os métodos e genótipos utilizados.

Contudo, alguns estudos relatam a existência de diferentes níveis de suscetibilidade à podridão parda, havendo poucos genótipos com limitada resistência (BASSI *et al.*, 1998). Diante disso, acredita-se que a diferença verificada na severidade de podridão parda entre as cultivares, também esteja relacionada aos diferentes níveis de suscetibilidade das cultivares, pois Precocinho mostrou-se mais suscetível em relação à Chimarrita, interferindo na resposta destes aos controles alternativos.

Embora haja evidências de que as frutas de clima temperado possam ser cultivadas na região do Médio Alto Uruguai, RS, a ocorrência de pragas nesta região pode ser fator limitante à fruticultura. Como é o caso, por exemplo, da mosca-das-frutas, no qual possui

flutuação populacional coincidente com o período de maturação dos frutos (PAVAN; ZECCA, 2005). O mesmo pode ser observado para a doença fúngica da podridão parda em pêssego; no qual em estudos anteriores no município de Frederico Westphalen/RS, foi possível observar que as cultivares de pessegueiro Precocinho e Chimarrita são altamente suscetíveis à podridão parda (SOMAVILLA; SOMAVILLA, 2009).

Normalmente, a tentativa de controle desta doença depende de várias pulverizações com fungicidas, as quais devem ser intensificadas durante a floração e pré-colheita (MAY-DE MIO *et al.*, 2008). Para isso, o fungicida tebuconazol apresenta bons índices de controle, sendo observado 99,86% de controle para *Monilinia fructicola* (MACHADO *et al.*, 2005). Normalmente, o fungicida tebuconazol não é recomendado para aplicação durante a pós-colheita dos frutos; no entanto, no presente trabalho foi utilizado no intuito de quantificar a eficiência do controle alternativo da doença (Figura 1E; 2E; 3A; 3B), e demonstrou eficiência de controle.

No experimento *in vivo*, os resultados obtidos com a imersão de CI não foram satisfatórios como os observados no experimento *in vitro* (Figura 1A; 2A; 3A; 3B). Coutinho *et al.* (2015) obtiveram excelentes resultados testando extrato hidroalcoólico de cravo da índia no controle de *Fusarium pallidoroseum* (*in vitro* e *in vivo*) para a cultura do meloeiro. Acredita-se que o cravo da índia tenha maior efeito preventivo no meio de cultura, antes da inoculação, do que curativo, com a imersão dos frutos e contaminação advinda do campo.

No presente estudo, foi possível observar o controle da doença em frutos da cv. Chimarrita, quando aplicado o acibenzolar S-metil (ASM) (Figura 2F; 3A). Têm-se observado excelentes resultados envolvendo aplicação de ASM no controle de doenças, como: controle de *Xanthomonas vesicatoria* e *Oidium lycopersici*, com eficiência de 77,78 e 62%, respectivamente (SILVA *et al.*, 2003); redução na severidade de *Verticillium dahliae*, com 55,4% de eficiência (CAVALCANTI & RESENDE, 2005); e de *Curvularia eragrostides*, com 76,15% de eficiência (PEREZ *et al.*, 2005).

A aplicação de eliciadores à base de ASM induz compostos de defesa vegetal, ativando proteínas relacionadas à patogenicidade, atuando na resistência sistêmica adquirida, na pós-colheita de frutos de pêssegos contra *Monilinia fructicola* (DANNER *et al.*, 2008), demonstrando potencial de controle para a doença. No entanto, são necessários maiores estudos no intuito de melhor elucidar este potencial de resistência.

Há relatos de que fontes de fosfato de potássio são eficientes para estimular a esporulação de fungos (PENARIOL *et al.*, 2008). No entanto, os resultados obtidos no presente estudo comprovam a eficiência deste produto no controle da podridão parda em

pessegueiro tanto para Chimarrita quanto para Precocinho (Figura 1D; 2D). Para ‘Chimarrita’, ocorreram apenas 10% de severidade da doença às 96 horas após aplicação dos tratamentos (Figura 3B), demonstrando o potencial fungistático no controle de *Monilinia fructicola*, podendo ser utilizado no manejo integrado de doenças.

Outros autores relatam o uso de fosfito de potássio como aplicação e controle de várias doenças em plantas, como por exemplo: em pessegueiro, para o controle da *Monilinia fructicola* (MOREIRA, 1999); em macieira, contra *Phyththora* spp., *Ventura inaequalis*, *Colletotrichum* spp. (BONETI; KATSURAYAMA, 2002); nos frutos de macieira contra podridões pós-colheita (GUIMARÃES *et al.*, 2001); em videira, contra *Plasmopara viticola* (DALBÓ; SCHUCK, 2003; SÔNEGO *et al.*, 2003); em tomateiro, contra *Alternaria solani* (DOMINGUES *et al.*, 2005) e contra *Phytophthora infestans* (GALLI *et al.*, 2005).

Conclusões

O fungicida tebuconazol e extrato de cravo da índia controlam o fungo *Monilinia fructicola* *in vitro*.

O fosfito de potássio apresenta efeito fungistático, podendo ser utilizado como controle alternativo da podridão parda em pessegueiro cultivar Chimarrita.

O controle alternativo reduz a incidência da podridão parda em pessegueiro, necessitando de mais estudos.

Agradecimentos

A Fundação de Amparo à Pesquisa no Rio Grande do Sul (FAPERGS), pela concessão de bolsa de iniciação científica ao primeiro autor.

Referências bibliográficas

ABREU, F.M; LOURENÇO, S.A.; BASSETTO E.; GONÇALVES, F.P.; MARTINS, M.C.; AMORIM, L. Efeito de sanificantes no controle pós-colheita da podridão parda (*Monilinia fructicola*) e da podridão mole (*Rhizopus stolonifer*) em pêssegos. **Summa Phytopathologica**, v.34, n.1, p.86-88, 2008.

AGROFIT – Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, **Coordenação Geral de Agrotóxicos e Afins**, 2016. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em junho de 2016.

ARAÚJO, L.; BORSATO, L.C.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M.; STADNIK, M.J. Fosfato de potássio e ulvana no controle da mancha foliar da gala em macieira. **Tropical Plant Pathology**, v.33, n.2, p.74-80, 2008.

BASSI, D.; RIZZO, M.; CANTONI, L. Assaying brown rot [Monilinia laxa Adern. Et Ruhl. (Honey)] susceptibility in peach cultivars and progeny. **Acta Horticulturae**, v.465, p.715-722, 1998.

BRACKMANN, A.; GIEHL, R.F.H.; IVAN, S.I.; STEFFENS, C.A. Fosfitos para o controle de podridões pós-colheita em maçãs 'Fuji' durante o armazenamento refrigerado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.4, p.1039-1042, 2004.

BRACKMANN, A.; SESTARI, I.; GIEHL, R.F.H.; STEFFENS, C.A.; FAULIN, G.C.; PINTO, J.A.V. Controle de podridão pós colheita de *Penicillium* spp., em maçã 'Fuji' com fosfitos e fungicidas. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.11, n.2, p.251-254, 2005.

BONETI, J.I.; KATSURAYAMA, Y. Viabilidade do uso de fosfitos no controle da sarna-da-macieira. **Agropecuária catarinense**, v.18, n.2, p.51-54, 2005.

CAI, J.H.; CHEN, J.; LU, G.B.; ZHAO, M.; TIAN, S.P.; QIN, G.Z. Control of brown rot on jujube and peach fruits by trisodium phosphate. **Postharvest Biology and Technology**, v.99, p.93-98, 2015.

CARVALHO, V.L.; CUNHA, R.L.; CHALFUN, N.N.J.; MOURA, P.H.A. Alternativas de controle pós-colheita da podridão-parda e da podridão-mole em frutos de pêssego. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v.31, n.1, p.78-83, 2009.

CARVALHO, V.L.; CUNHA, R.L.; SILVA, N.R.N. Alternativas de controle de doenças do cafeeiro. **Coffee Science**, Lavras, v.7, n.1, p.42-49, 2012.

CAVALCANTI, L.S.; RESENDE, M.L.V. Efeito da época de aplicação e dosagem do acibenzolar-S-metil na indução de resistência à murcha de *Verticillium* em cacaueiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.30, n.1, p.67-71, 2005.

COSTA, A.R.T.; AMARAL, M.F.Z.J.; MARTINS, P.M.; PAULA, J.A.M.; FIUZA, T.S.; RESVENZOL, L.M.F.; PAULA, J.R.; BARA, M.T.F. Ação do óleo essencial de *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L. M. Perry sobre as hifas de alguns fungos fitopatogênicos. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.13, n.2, p.240-245, 2011.

COUTINHO, I.B.L.; GAGLIARDI, P.R.; OOTANI, M.A. Atividades de extratos vegetais no controle de *Fusarium pallidoroseum* (Cooke) Sacc em meloeiro. Ciências Agrárias/Fitotecnia. **Essentia**, Sobral, v.16, n.2, p.40-61, 2015.

CHALFOUN, S.M.; PEREIRA, M. C.; RESENDE, M. L. V.; ANGÉLICO, C. L.; SILVA, R. A. D. Effect of powdered spice treatments on mycelial growth, sporulation and production of aflatoxins by toxigenic fungi. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.4, p.856-862, 2004.

CRUZ, COSME DAMIÃO. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

DALBÓ, M.A.; SCHUCK, E. Avaliação do uso de fosfitos para o controle do mísio da videira. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.16, n. 3, p.33-36, 2003.

DANNER, M.A.; SASSO, S.A.Z.; MEDEIROS, J.G.S.; MARCHESE, J.Á.; MAZARO, S.M. Indução de resistência à podridão parda em pêssegos pelo uso de eliciadores em pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.7, p.793-799, 2008.

DELESPAUL, Q.; BILLERBECK, V.G.; ROQUES, C.G.; MICHEL, G.; MARQUIER-VINUALES, C.; BESSIÈRE, J.M. The antifungal activity of essential oils as determined by different screening methods. **Journal of Essential Oil Research**, v.12, n.2, p.256-266, 2000.

DOMINGUES, R.J.; TÖFOLI, J.G.; SARTORI, J.E. Associação entre fungicidas, nutrientes e fosfato de potássio visando o controle da pinta preta do tomateiro. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.31, p.93-94, 2005.

DORMAN, H.J.D.; DEANS, S.G. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. **Journal of Applied Microbiology**, v.88, p.308-316, 2000.

EL-HAG, E.A.; EL-NADI, A.H.; ZAITOON, A.A. Toxic and growth retarding effects of three plant extracts on *Culex pipiens* larvae (Diptera: Culicidae). **Phytotherapy Research**, v.13, n.5, p.388-392, 1999.

FACHINELLO, J. C.; PASA, M. D. S.; SCHMTIZ, J. D.; BETEMPS, D. L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.1, p.109-120, 2011.

FAOSTAT, **Production Crops**. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>, 2016. Acesso em: 23 mar 2016.

Galli, M.A.; TORRES, S.G.; MONFERDINI, M.A.; GUIDOTTI, W. Ação do fosfato de zinco no controle da requeima (*Phytophthora infestans*) na cultura do tomate (*Lycopersicum esculentum*). **Summa Phytopathologica**, Botucatu, n.31, p.94, 2005.

GOMES, L.I.S. **Métodos de inoculação de *Colletotrichum gloeosporioides* e efeitos de óleos essenciais no controle da antracnose em frutos de mamoeiro**, 2008, 54p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Lavras, Lavras.

GUIMARÃES, L.S.; BLUM, L.E.B.; AMARANTE, C.V.T.; PRADO, G.; ARIOLI, C.J.; DEZANET, A.; SCHEIDT, F.R. Efeito de fosfitos CaB em podridões pós-colheita da maçã. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.26, p.318, 2001.

JUNIOR, A.W.; RASEIRA, M.C.B.; PIEROBOM, C.R.; DA SILVA, J.B.; FRANZON, R.C. Avaliação de diferentes genótipos de pêssego quanto à reação a *Monilinia fructicola* (Wint.) Honey em frutos. **Revista Ceres**, v.55, n.2, p.83-88, 2008.

LINS, S.R.O.; OLIVEIRA, S.M.A.; ALEXANDRE, E.R.; SANTOS, A.M.G.; OLIVEIRA, T.A.S. Controle alternativo da podridão peduncular em manga. **Summa Phytopathologica**, v.37, n.3, p.121-126, 2011.

LORENZETTI, E.R.; MONTEIRO, F.P.; SOUZA, P.E.; SOUZA, R.J.; SCALICE, H.K.; DIOGO, JR. R.; PIRES, M.S.O. Bioatividade de óleos essenciais no controle de *Botritis cinerea* isolado do morangueiro. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.13, p.619-627, 2011.

MOREIRA, L.M.; MAY-DE MIO, L.L.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M.; LIMA, M.L.R.Z.C.; POSSAMAI, J.C. Controle em pós-colheita de *Monilinia fructicola* em pêssegos. **Fitopatologia Brasileira**, v.27, n.4, p.395-398, 2002.

MOREIRA, L. M. **Alternativas de controle integrado da podridão parda do pessegueiro**. Curitiba, 2005. 113p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal.

MAY-DE MIO, L.L.; MOREIRA, L.M.; MONTEIRO, L.; JUSTINIANO JUNIOR, P. Infecção de *Monilinia fructicola* no período de floração e incidência de podridão-parda em frutos de pessegueiro, em dois sistemas de produção. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v.33, n.3, p.227-234, 2008.

MACHADO, N.P.; ANTUNES, P.L.; COUTINHO, E.F. Técnicas Alternativas no controle de podridões pós-colheita de pêssegos. Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, p.23 - Documentos, 132, 2005.

MAZARO, S.M.; DESCHAMPS, C.; MIO, L.L.M.; BIASI, L.A.; GOUVEA, A.; SAUTTER, C.K. Comportamento pós-colheita de frutos de morangueiro após a aplicação pré-colheita de quitosana e acibenzolar-S-metil. **Revista brasileira de fruticultura**, v.30, p.185-190, 2008.

MAZZAFERA, P. Efeito alelopático do extrato alcoólico do cravo-da-índia e eugenol. **Revista Brasileira**. Botucatu, v.26, n.2, p.231-238, 2003.

NILO, R.; CAMPOS-VARGAS, R.; ORELLANA, A. Assessment of *Prunus persica* fruit softening using a proteomics approach. **Journal Proteome**, v.75, n.5, p.1618-1638, 2012.

Oliveira, J. A. **Efeito do tratamento fungicida em sementes no controle de tombamento de plântulas de pepino (*Cucumis sativum* L.) e pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. 1991. 111 f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1991.

PENARIOL, M.C.; MONTEIRO, A.C.; PITELLII, R.A. Crescimento e esporulação de *Bipolaris euphorbiae* cultivado sob diferentes condições nutricionais. **Ciência Rural**, v.38, n.7, p.1907-1913, 2008.

PAVAN, L.A.; ZECCA, A.G.D. Estudo da incidência e flutuação populacional de mosca das frutas em pomar de frutas de caroço no município de Frederico Westphalen. In: SEMINÁRIO INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA XI. Ed. URI, Anais... Erechim, RS, 2005.

PEREZ, J.O.; SOARES, A.C.F.; SILVA, D.S.; ALMEIDA, N.S.; SANTOS, A.P. Avaliação do acibenzolar-s-metil na proteção de *Curvularia eragrostides* em mudas de inhame. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.31, p.65, 2005.

ROMANAZZI, G.; LICHTER, A.; MLIKOTA GABLER, F.; SMILANICK, J.L. Recent advances on the use of natural and safe alternatives to conventional methods to control postharvest graymold of table grapes Postharv. **Biology Technology**, v.63, n.1, p.141-147, 2012.

ROZWALKA, L.C.; Lima, M.L.R.Z.C.; Mio, L.L.M.; Nakashima, T. Extratos, decoctos e óleos essenciais de plantas medicinais e aromáticas na inibição de *Glomerella cingulata* e *Colletotrichum gloeosporioides* de frutos de goiaba. **Ciência Rural**, v.38, n.2, p.301-307, 2008.

SAUTTER, C.K.; STORK, L.; RIZZATTI, M.R.; MALLMANN, C.A.; BRACKMANN, A. Síntese de trans-resveratrol e controle de podridão em maçãs com uso de elicidores em pós colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.9, p.1097-1103, 2008.

SILVA, L.H.C.P.; Resende, M.L.V.; Souza, R.M.; Campos, J.R. Efeito do indutor de resistência acibenzolar-S-metil na proteção contra *Xanthomonas vesicatoria*, *Oidium lycopersici* e *Septoria lycopersici* em tomateiro. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.29, n.3, p.244-248, 2003.

SILVA, M. B. Desenvolvimento de produtos à base de extratos de plantas para o controle de doenças de plantas. **Essentia**, Sobral, v. 16, n. 2, p. 40-61, 2015.

SOMAVILLA, L.; SOMAVILLA, L.L. Identificação de sinais de adaptabilidade de espécies e cultivares frutíferas para o Médio e Alto Uruguai, RS. Vivências: **Revista Eletrônica de Extensão da URI**, Frederico Westphalen, v.5, n.7, p.112-121, 2009.

STANGARLIN, J.R.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; CRUZ, M.E.S.; NOZAKI, M.H. Plantas medicinais e controle alternativo de fitopatógenos. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, v.2, n.11, p.16-21, 1999.

VENANCIO, W.S.; ZAGONEL, J., FURTADO, E. L., SOUZA, N. D., & PERES, N. A. R. P. Novos fungicidas. II – famoxadone e indutores de resistência. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 8, p. 59-92, 2000.

VENTUROSO, L.R.; BACCHI, L.M.A.; GAVASSONI, W.L.; CONUS, L.A.; PONTIM, B.C.A.; SOUZA, F.R. Inibição do crescimento *in vitro* de fitopatógenos sob diferentes concentrações de extratos de plantas medicinais. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v.78, n.1, p.89-95, 2011.

YUKAWA, T.A.; KUROKAWA, M.; SATO, H.; YOSHIDA, Y.; KAGEYAMA, S.; HASEGAWA, T.; NAMBA, T.; IMAKITA, M.; HOZUMI, T.; SHIRAKI, K. Prophylactic treatment of cytomegalovirus infection with traditional herbs. **Antiviral Research**, v.32, n.2, p.63-70, 1996.

WAGNER JÚNIOR, A.; RASEIRA, M.C.B.; PIEROBOM, C.R.; FORTES, J.F.; SILVA, J.B. Non- Correlation of Flower and Fruit Resistance to Brown Rot (*Monilinia fructicola* (Wint.) Honey) Among 27 Peach Cultivars and Selections. **Journal of the American Pomological Society**, Blacksburg, v.59, n.3, p.148-152, 2005.