

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

**CONTROLE ALTERNATIVO DE PODRIDÃO PARDA EM PÊSSEGOS NA
PÓS-COLHEITA**

Fernanda Varela Nascimento
Engenheira Agrônoma/UCS - CAMVA

Dissertação apresentada como um dos requisitos
à obtenção do Grau de Mestre em Fitotecnia
Ênfase Fitopatologia

Porto Alegre (RS), Brasil
Março de 2013

CIP - Catalogação na Publicação

Nascimento, Fernanda Varela

Controle alternativo de podridão parda em
pêssegos na pós-colheita / Fernanda Varela
Nascimento. -- 2013.

70 f.

Orientador: Renar João Bender.

Coorientadora: Rosa Maria Valdebenito-Sanhueza.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa
de Pós-Graduação em Fitotecnia, Porto Alegre, BR-RS,
2013.

1. Monilinia fructicola. 2. UV-C. 3. Silício. 4.
Bacillus subtilis. I. Bender, Renar João, orient.
II. Valdebenito-Sanhueza, Rosa Maria, coorient. III.
Título.

FERNANDA VARELA NASCIMENTO
Engenheira Agrônoma - UCS

DISSERTAÇÃO


Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

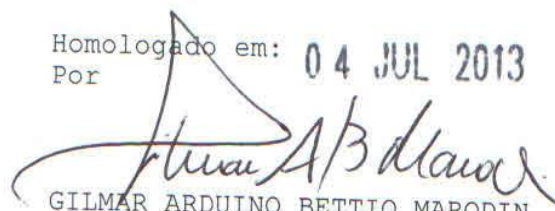
MESTRE EM FITOTECNIA


Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

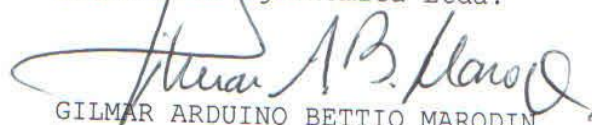
Aprovado em: 27.03.2013
Pela Banca Examinadora

Homologado em: 04 JUL 2013
Por


RENAR JOÃO BENDER
Orientador - PPG Fitotecnia



GILMAR ARDUINO BETTIO MARODIN
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia


ROSA MARIA VALDEBENITO-SANHUEZA
Coorientadora - Proterra
Engenharia Agrônoma Ltda.


GILMAR ARDUINO BETTIO MARODIN
PPG Fitotecnia


AURI BRACKMANN
CCR-UFSM


MURILO CESAR DOS SANTOS
UCS - Universidade de
Caxias do Sul


PEDRO ALBERTO SELBACH
Diretor da Faculdade de
Agronomia

Aos meus pais Fátima e Fernando,

Fábio, meu irmão.

Pelo apoio e carinho, dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre guiar meus passos e permitir alcançar mais um objetivo.

Aos meus pais e ao meu irmão, por todo incentivo e amor que me dedicam.

Aos meus padrinhos, que me acolheram com tanto carinho na sua casa em Porto Alegre.

Ao Gustavo, que sempre me apoiou e que esteve ao meu lado em todos os momentos.

Ao Prof. Dr. Renar João Bender, por me receber e orientar, por sua confiança e amizade, também, pelas suas boas histórias e risadas.

À Dra. Rosa Maria Valdebenito Sanhueza, por compartilhar seu conhecimento, pelos conselhos, incentivo e amizade.

Aos sócios e funcionários da Proterra Engenharia Agrônômica Ltda., por disponibilizar o seu Centro de Pesquisas.

À Silvestrin Frutas, especialmente ao Sr. Gervásio Silvestrin, que disponibilizou a empresa e funcionários para execução de parte desse trabalho.

Ao Sr. Genor Mussato pela doação de frutos para alguns experimentos.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia e ao Departamento de Horticultura e Silvicultura pela oportunidade de realizar esse curso e aprimorar o conhecimento.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFRGS e do Departamento de Horticultura e Silvicultura.

Aos professores, membros da banca examinadora, por aceitarem o convite e pelas contribuições.

Aos colegas do Laboratório de Pós-Colheita da UFRGS, Sandra, Letícia, Rafaela, Moisés, Josi, Marília, Rafael e Stéfan pela amizade, convivência e auxílio nesse período.

Aos bolsistas de iniciação científica, Taís e Leonardo, pela grande contribuição na realização desse trabalho.

Aos estagiários que passaram pela Proterra nesse período, especialmente o Guilherme, a Pâmella e o Marcelo, pela parceria e amizade.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pela troca de experiências e pela convivência.

A todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

Muito obrigada!

CONTROLE ALTERNATIVO DE PODRIDÃO PARDA EM PÊSSEGOS NA PÓS-COLHEITA¹

Autor: Fernanda Varela Nascimento

Orientador: Renar João Bender

Coorientador: Rosa Maria Valdebenito Sanhueza

RESUMO

Os pêssegos são frutos bastante sensíveis e, quando não manuseados adequadamente, podem estar sujeitos ao ataque de fitopatógenos. A podridão parda, causada pelo fungo *Monilinia fructicola* (G. Winter) Honey é a doença mais importante da cultura do pessegueiro no Brasil. O tratamento com fungicidas sintéticos é o principal método de controle empregado, entretanto, o seu uso pode selecionar estirpes resistentes do patógeno e, eventualmente, acarretar na presença de resíduos químicos nos frutos comercializados. A fim de desenvolver medidas alternativas, realizou-se esse trabalho com o objetivo de avaliar a eficiência de tratamentos com radiação UV-C, metassilicato de sódio (MS), oxiclreto de cálcio (OC) e *Bacillus subtilis* (BS), no controle da podridão parda em pêssegos. Foram realizados testes *in vitro*, para avaliar o efeito sobre os conídios do fungo, e a aplicação dos tratamentos nos frutos após a colheita, tanto em condições experimentais controladas como em uma linha de seleção comercial. Nos testes *in vitro*, a germinação dos conídios de dois isolados submetidos aos tratamentos com UV-C, MS e OC ficou abaixo de 4% enquanto nas testemunhas foi acima de 94%. Com relação ao número de unidades formadoras de colônias, o efeito foi semelhante à germinação. Em condições controladas, todas as doses de UV-C testadas reduziram a incidência de podridão parda nas cvs. Chiripá e Eragil em pelo menos 38%. Na mesma condição, as maiores concentrações de MS (1%) e de BS (2,5%) apresentaram controle de podridão acima de 80% em pêssegos 'Eragil'. No teste realizado em 2012 na linha comercial de seleção de frutas, o maior controle foi alcançado pela dose de $0,1153\text{kJ.m}^{-2}$ de UV-C (83,3%), seguido pelo tratamento com 0,8% de MS (70,9%). Não houve alteração dos parâmetros de qualidade dos frutos devido à aplicação dos tratamentos. No ano seguinte, o tratamento com 1% de MS obteve controle de 89,42% e os demais tratamentos não exerceram controle satisfatório. Devido às variações nos tratamentos com UV-C e MS entre as safras, sugere-se a realização de mais estudos sobre a sua adaptação para uso em operações comerciais.

¹ Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (58p) Março, 2013.

POSTHARVEST ALTERNATIVE CONTROL TREATMENTS FOR BROWN ROT ON PEACHES¹

Author: Fernanda Varela Nascimento
Adviser: Renar João Bender
Co-adviser: Rosa Maria Valdebenito Sanhueza

ABSTRACT

Peaches are delicate fruits and when not properly handled constitute a rich medium for the proliferation and development of microorganisms. Brown rot, caused by the fungus *Monilinia fructicola* (Wint) Honey is the main stone fruit disease in Brazil. Treatment with synthetic fungicides is the most widely used method, however, its use may well select resistant strains of the pathogen and possibly result in the presence of chemical residues on fruits. Intending the development of alternative measures to control brown rot in peaches, the present work was conducted on evaluations on the effectiveness of treatments with UV-C, sodium metasilicate (SM), calcium oxychloride (CO) and *Bacillus subtilis* (BS). Trials were performed *in vitro* as well as *in vivo* tests. The *in vitro* tests indicated that the germination of conidia of two isolates treated with UV-C, SM and CO was below 4% while in the control treatment conidia germination was above 94%. With regards to the number of colony forming units results were alike the ones of the conidia germination test. Under controlled conditions, all tested doses UV-C reduced the incidence of brown rot in 'Chiripá' and 'Eragil' peaches to at least 38%. In the same condition, the highest concentrations of SM (1%) and BS (2.5%) controlled brown rot above 80% in peaches of the cultivar Eragil. In the test conducted in 2012 at a commercial fruit selection line better control was achieved by the dose of 0.1153 kJ.m⁻² UV-C (83.3%) followed by treatment with 0.8% SM in which decay control reached 70.9%. There was no change in fruit quality parameters due to treatment applications. In the second year of trials the treatment with 1% MS resulted in 89.42% decay control. The decay control outcome of the other treatments was not reasonable. Because variations in the treatments with UV-C and SM among trials, it is suggested that further studies on the adaptation of its use in commercial operations.

¹Master of Science dissertation in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (58p.) March, 2013.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1.Cultura do pessegueiro.....	3
2.2.Podridão parda.....	4
2.3.Métodos alternativos de controle.....	8
2.3.1 Radiação ultravioleta (UV-C).....	9
2.3.2 Controle biológico.....	14
2.3.3 Silício.....	16
2.3.4 Desinfestantes.....	18
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1.Sensibilidade de conídios de <i>M. fructicola</i> a tratamentos alternativos.....	20
3.2.Efeito de doses de radiação UV-C sobre a incidência de podridão parda em pêssegos 'Chiripá' e 'Eragil' inoculados e sob condições controladas.....	24
3.3.Efeito de concentrações de produtos alternativos sobre a incidência de podridão parda em pêssegos 'Eragil' inoculados e sob condições controladas.....	26
3.4.Tratamentos alternativos para controle de podridão parda aplicados na linha comercial de seleção de pêssegos 'Chiripá' (2012).....	28
3.5.Tratamentos alternativos para controle de podridão parda aplicados na linha comercial de seleção de pêssegos 'Chiripá' (2013).....	31
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1.Sensibilidade de conídios de <i>M. fructicola</i> a tratamentos alternativos.....	33
4.2.Efeito de doses de radiação UV-C sobre a incidência de podridão parda em pêssegos 'Chiripá' e 'Eragil' inoculados e sob condições controladas.....	36

4.3.Efeito de concentrações de produtos alternativos sobre a incidência de podridão parda em pêssegos 'Eragil' inoculados e sob condições controladas.....	39
4.4.Tratamentos alternativos para controle de podridão parda aplicados na linha comercial de seleção de pêssegos 'Chiripá' (2012).....	42
4.5.Tratamentos alternativos para controle de podridão parda aplicados na linha comercial de seleção de pêssegos 'Chiripá' (2013).....	46
5. CONCLUSÕES.....	51
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
1. Tratamentos alternativos testados para controlar podridão parda em pêssegos 'Eragil'. Vacaria, 2012.....	27
2. Incidência e controle de podridão parda em pêssegos 'Chiripá' tratados na pós-colheita com métodos de controle alternativo para podridão parda, Porto Alegre, 2012.....	43
3. Parâmetros de qualidade de pêssegos 'Chiripá' tratados na pós-colheita com métodos de controle alternativo para podridão parda, Porto alegre, 2012.....	45
4. Cor de fundo da epiderme de pêssegos 'Chiripá' tratados na pós-colheita com métodos de controle alternativo para podridão parda, Porto Alegre, 2012.....	46
5. Incidência e controle de podridão parda em pêssegos 'Chiripá' tratados na pós-colheita com métodos de controle alternativo para podridão parda, Porto Alegre, 2013.....	47

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
1. Pêssegos com sintoma de podridão parda. A – Múmias aderidas à planta; B – Fruto infectado na planta; C – Fruto infectado caído do chão do pomar; D – Frutos eliminados durante a pós-colheita.....	5
2. Ciclo da podridão parda em pêssegos causada por <i>M. fructicola</i> (Agrios, 2005).....	6
3. Tratamento de conídios para avaliação da germinação. A – Aparelho com lâmpadas germicidas para tratamento com UV-C; B – Frasco para os tratamentos com produtos; C – Transferência de suspensão tratada para três pontos de cada placa de Petri, Vacaria-RS, 2012.....	22
4. Tratamento de conídios para avaliação da sobrevivência. A – Aparelho com lâmpadas germicidas para tratamento com UV-C; B – Frasco para os tratamentos com produtos; C – Distribuição da suspensão de conídios no meio de cultura com a alça de Drigalsky, Vacaria-RS, 2012.....	23
5. Tratamento com diferentes doses de radiação UV-C. A – Pêssegos expostos às lâmpadas germicidas (fonte de radiação UV-C); B – Acondicionamento dos frutos em bandejas com câmara úmida Vacaria-RS, 2012.....	25
6. Aplicação por aspersão de solução de produto alternativo para controle de podridão parda em pêssego, Vacaria-RS, 2012.....	27
7. Ilustração do protótipo de lâmpadas germicidas, acoplado sobre a linha de seleção de frutos no <i>packing house</i> , utilizado para aplicação da radiação UV-C, Farroupilha-RS, 2013.....	29
8. Comparação entre um conídio de <i>Monilinia fructicola</i> que germinou (A) e conídios que não germinaram (B), Vacaria, 2012.....	33

9. Germinação de conídios de isolados de *Monilinia fructicola* (A – isolado 1; B – isolado 2) após o tratamento: T1- testemunha em BDA; T2- testemunha em BDAác.; T3- 0,627kJ.m⁻² de UV-C; T4- 0,001% de oxicloreto de cálcio; T5- 1% de metassilicato de sódio e T6- 2% de *B. subtilis*. Kruskal-Wallis (isolado 1 – p = 7,2x10⁻⁵; isolado 2 – p = 5,9x10⁻⁵). As barras mostram o desvio padrão (n=5), Vacaria, 2012..... 34
10. Número de UFC's de isolados de *Monilinia fructicola* (A – isolado 1; B – isolado 2) após o tratamento: T1- testemunha em BDA; T2- testemunha em BDAác.; T3- 0,627kJ.m⁻² de UV-C; T4- 0,001% de oxicloreto de cálcio; T5- 1% de metassilicato de sódio e T6- 2% de *B. subtilis*. Kruskal-Wallis (isolado 1 – p = 6,7x10⁻⁵; isolado 2 – p = 5,8x10⁻⁵). As barras mostram o desvio padrão (n=5), Vacaria, 2012... 35
11. Incidência de podridão parda em pêssegos 'Chiripá' submetidos à doses de radiação UV-C, Vacaria, 2012..... 38
12. Incidência de podridão parda em pêssegos 'Eragil' submetidos à doses de radiação UV-C, Vacaria, 2012..... 38
13. Controle de podridão parda em pêssegos 'Eragil' tratados com diferentes concentrações de metassilicato de sódio, variando de 0,2 a 1%, Vacaria, 2012..... 40
14. Controle de podridão parda em pêssegos 'Eragil' tratados com diferentes concentrações de oxicloreto de cálcio, Vacaria, 2012..... 41
15. Controle de podridão parda em pêssegos 'Eragil' tratados com diferentes concentrações de *B. subtilis*, Vacaria, 2012..... 42

1 INTRODUÇÃO

A cultura do pessegueiro tem importância econômica para as regiões Sul e Sudeste do Brasil, sendo que o Rio Grande do Sul é responsável pela maior parte da produção.

Além da alta perecibilidade do pêsego, há carência de informações ligadas ao manejo pós-colheita, principalmente no que se refere ao controle de fitopatógenos. Esta situação impede que a fruta destinada ao consumo *in natura* chegue aos mercados consumidores mais distantes e que tenha uma vida de prateleira prolongada.

A podridão parda, causada por *Monilinia fructicola* (G. Winter) Honey é a principal doença da cultura do pessegueiro no Brasil. A infecção pode ocorrer ainda no campo e o patógeno permanece quiescente, manifestando-se apenas com o amadurecimento dos frutos. Ainda, propágulos do patógeno podem estar presentes na superfície do fruto quando colhidos e causar novas infecções durante o período pós-colheita. Por isso, é necessária a redução de perdas pela realização de tratamentos capazes de inibir o desenvolvimento do patógeno no fruto.

No intuito de reduzir as perdas, várias medidas têm sido adotadas. O tratamento com fungicidas em pré e pós-colheita é o principal método de controle empregado. Entretanto, o uso de fungicidas pode selecionar estirpes

resistentes de fungos, além de, eventualmente, acarretar na presença de resíduos químicos nos frutos.

Devido aos potenciais efeitos danosos dos fungicidas ao meio ambiente e à saúde humana, novas estratégias têm sido utilizadas para minimizar os prejuízos com podridões. Dessa forma, métodos alternativos de controle de patógenos estão se destacando, como o controle biológico, o tratamento térmico, as radiações ionizantes, a radiação UV-C, entre outros.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência de tratamentos alternativos *in vitro* ou aplicados em pós-colheita para o controle de podridão parda em pêssegos inoculados artificialmente com *M. fructicola* e observar a influência desses métodos nas características físico-químicas do fruto.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cultura do pessegueiro

O pessegueiro (*Prunus persica* L. Bastsch) é originário da China e de lá foi para a região da Pérsia, atualmente Oriente Médio, e, dali espalhou-se pela Europa. Foi trazido para o Brasil, em 1532, por Martin Afonso de Souza inicialmente para São Vicente, São Paulo (Sachs & Campos, 1998).

A espécie pertence à família das rosáceas. O pessegueiro é uma planta arbórea, quando em livre crescimento pode chegar a seis metros de altura. É uma caducifólia de clima temperado, entretanto, várias pesquisas foram realizadas para sua adaptação ao clima temperado quente ou subtropical (Sachs & Campos, 1998).

O fruto é uma drupa carnosa que possui o pericarpo fino, mesocarpo polposo e endocarpo lenhoso, sua forma pode ser arredondada, cônica, oblata, oblonga ou achatada, elíptica ou ovalada. O fruto apresenta uma linha de sutura que parte do pedúnculo até o ápice (Zanette & Biasi, 2004).

A produção brasileira de pêssegos se concentra nas regiões Sul e Sudeste. O Rio Grande do Sul é o principal estado produtor, responsável por 65% da produção nacional, seguido de São Paulo (14%), Minas Gerais (11,8%), Paraná (7,5%) e Santa Catarina (1,6%) (Fachinello et al., 2011).

O pêssego nacional é ofertado no período entre setembro e janeiro,

sendo que a produção brasileira é insuficiente para atender o mercado consumidor interno. Por isso, é necessária a importação tanto da fruta para consumo *in natura* como para a indústria. Dentre os países dos quais o Brasil se abastece estão a Argentina, o Chile, a Espanha, a Grécia e a China (Madail & Raseira, 2008).

Após a colheita, o pêssego acelera o seu metabolismo, caracterizando a sua alta perecibilidade, facilitando a ocorrência de danos de natureza física, fisiológica ou patológica após a colheita. No caso de pêssego, especialmente, a ocorrência das podridões pode reduzir o seu período de armazenamento e sua vida de prateleira, interferindo na sua comercialização (Oliveira & Cereda, 2003; Fischer *et al*, 2010).

2.2 Podridão parda

A podridão parda, causada por espécies do gênero *Monilinia*, é a principal doença da cultura do pessegueiro. Na Europa, são encontradas *M. fructigena* Honey e *M. laxa* (Aderhold & Ruhland) Honey, já, nos países americanos, *M. fructicola* (G. Winter) Honey é a principal responsável pela ocorrência de podridão parda (Ogawa *et al.*, 1995).

M. fructicola é um fungo extremamente destrutivo, principalmente, por causar a morte de flores e podridões em frutos, mas também pode atacar folhas e brotos. Condições de alta umidade e temperaturas ao redor de 25°C são favoráveis para a ocorrência de podridões de frutos maduros (May-De Mio *et al.*, 2004).

No início da brotação, o fungo pode atacar os botões florais, que adquirem coloração parda e murcham. Quando não controlada, a doença

avança para o pedúnculo e segue pelo ramo, formando cancrios que podem anelar o ramo e podem causar a murcha e a morte dos ponteiros (May-De Mio *et al.*, 2008).

Nos frutos, os sintomas iniciais são caracterizados por pequenas lesões pardas e circulares, que evoluem rapidamente, tornando-o recoberto de esporos (Martins *et al.*, 2005). Os frutos são mais resistentes nos estádios iniciais do desenvolvimento e se tornam mais suscetíveis com o amadurecimento. De acordo com Fortes & Martins (1998), ferimentos ocasionados por insetos ou granizo servem como porta de entrada para o patógeno. A Figura 1 mostra pêssegos com sintomas característicos de podridão parda.

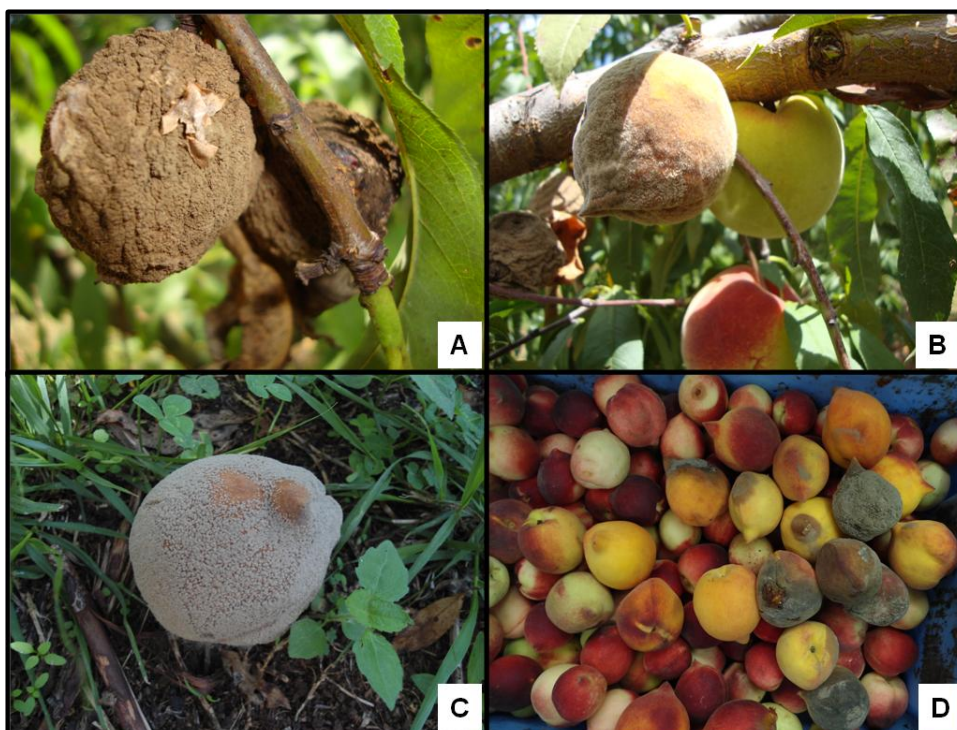


FIGURA 1. Pêssegos com sintoma de podridão parda. A – Frutos mumificados aderidos à planta; B – Fruto infectado na planta; C – Fruto infectado caído do chão do pomar; D – Frutos infectados eliminados durante a pós-colheita.

O ciclo da podridão parda pode ser observado na Figura 2. O patógeno pode sobreviver em frutos mumificados, em cancos nos ramos ou em estruturas de resistência no solo. Os frutos apodrecidos servem como fonte de inóculo para disseminação e ocorrência de novas infecções no pomar. A disseminação dos conídios e ascósporos ocorre através do vento, respingos de gotas de chuva ou por insetos. Ainda, na pós-colheita, frutos sadios podem ser infectados quando em contato com propágulos de frutos em estado avançado de podridão (Agrios, 2005; May de Mio *et al.*, 2008).

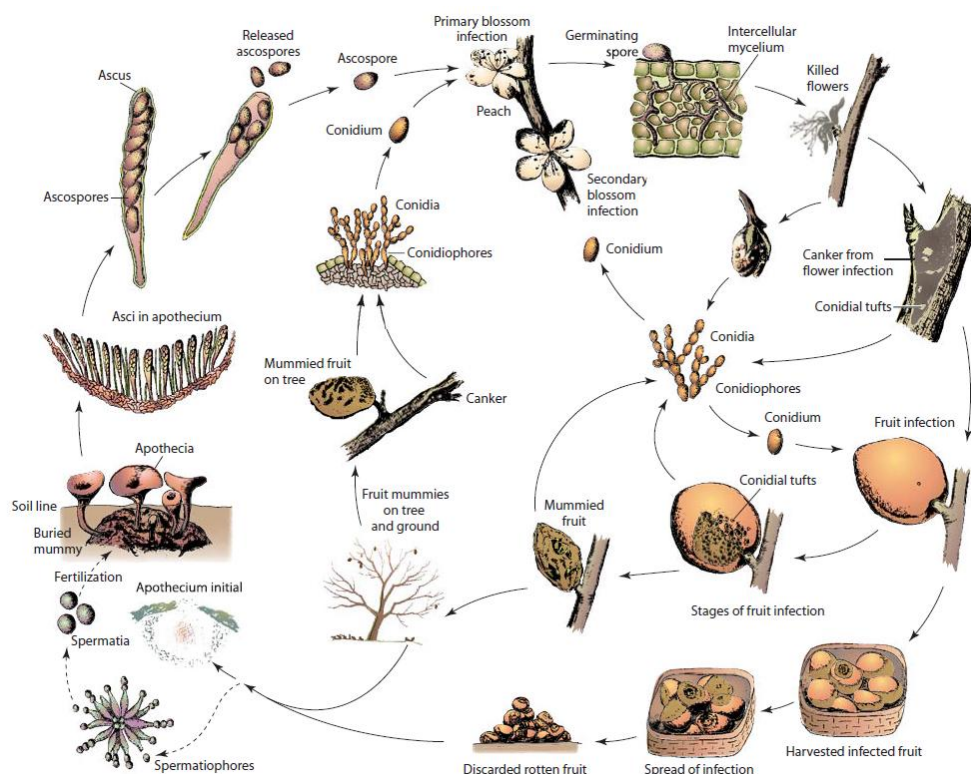


FIGURA 2. Ciclo da podridão parda em pêsegos causada por *M. fructicola* (Agrios, 2005).

Conforme Martins *et al.* (2005), nos pêsegos maduros, o conídio presentes na superfície do fruto forma um apressório e a infecção pode

ocorrer por penetração direta, através da cutícula, por aberturas naturais, como estômatos, ou através de ferimentos na epiderme do fruto. Nesse caso, o rompimento na base dos tricomas presentes na superfície do pêssego facilitaria a entrada do patógeno. Em condições de temperatura e umidade favoráveis ao patógeno, após 48 horas da infecção podem ser observados os sintomas de podridão parda em pêssegos (Ogawa *et al.*; 1995).

De acordo com Gell *et al.* (2008), no momento da colheita, a incidência de podridão parda é baixa, entretanto, mais tarde a incidência aumenta, devido à ocorrência de infecções latentes. Os autores afirmam ainda que, principalmente, as infecções latentes são favorecidas por combinações de temperatura e umidade.

A utilização de resistência genética seria a forma mais eficiente para controlar a doença, entretanto, há dificuldade na obtenção de material resistente à podridão parda. Segundo Wagner Jr. *et al.*, 2011, os genótipos de cultivares comerciais de pessegueiro têm comportamento semelhante quanto à podridão parda em frutos. No trabalho realizado por Feliciano *et al.* (1987), os frutos da cultivar sul-americana Bolinha apresentam um nível de resistência maior que outras cultivares. Porém, os frutos dessa cultivar apresentam baixa qualidade e queda precoce.

O programa de melhoramento da Embrapa Clima Temperado tem realizado avaliações com a combinação entre genótipos promissores com outros de características de qualidade de fruto desejáveis. No trabalho realizados por Santos *et al.* (2012), entre diversos genótipos de pessegueiros testados, além da cultivar Bolinha, Conserva 1798, Conserva 1218 e Conserva 1493 manifestam resistência satisfatória à podridão parda em frutos.

Então, para reduzir o potencial de infecção e os tratamentos ao longo do ciclo, deve ser realizado tratamento químico durante o inverno associado às práticas de limpeza (Fortes, 2003). O manejo para prevenir a ocorrência de podridões consiste, basicamente, na realização da poda para retirar ramos com cancrios, na eliminação de múmias que ficam aderidas na planta e na remoção de frutos caídos que possam estar contaminados (Keske *et al.*, 2011).

O controle em pós-colheita baseia-se em medidas preventivas, iniciadas ainda em pré-colheita com a sanitização do pomar, e continua na pós-colheita, podendo ser incluído o tratamento químico dos frutos (Carvalho *et al.*, 2009).

2.3 Métodos alternativos de controle

Com vistas à diminuição do uso de fungicidas sintéticos para controle da podridão parda em pêssegos na pós-colheita, alguns estudos já realizados incentivam a adoção de medidas alternativas de controle (Abreu, 2008). Entre os métodos alternativos com agentes físicos e biológicos, além da utilização de produtos mais específicos e menos agressivos à saúde humana e ao meio ambiente, devem ser utilizados de uma forma integrada para que assegurem a qualidade final da fruta (Machado *et al.*, 2005; Moreira *et al.*, 2002).

Existem diversos trabalhos sobre métodos alternativos para o controle de podridões em pós-colheita de frutas: como a aplicação dos eliciadores à base de acibenzolar-S-metil e proteína harpina, em pós-colheita de pêssegos. Estes produtos têm sido identificados como ativadores de mecanismos relacionados à resistência dos frutos a *M. fructicola* (Danner *et al.*, 2008). Por

outro lado, outros métodos têm recebido atenção, como o uso do controle biológico (Sharma *et al.*, 2009; Nunes, 2012; Yáñez-Mendizábal *et al.*, 2012); métodos físicos, como a hidrotérmia e a radiação UV-C (Marquenie *et al.*, 2002a; Karabulut *et al.*, 2010; Liu *et al.* 2012); tratamentos com soluções de silicato e metassilicato de sódio (Qin & Tian, 2005; Li *et al.*, 2012); lavagem dos frutos com produtos sanitizantes (Hanada *et al.*, 2004); e outros métodos que utilizam óleos essenciais e produtos naturais para composição de ceras de recobrimento de frutas (Yang *et al.*, 2010; Gonçalves *et al.*, 2010).

2.3.1 Radiação ultravioleta (UV-C)

A radiação ultravioleta compreende uma faixa de comprimentos de onda na região não ionizante do espectro eletromagnético, entre os raios-X (200nm) e a luz visível (400nm). Ela pode ser subdividida em três regiões: ondas curtas (UV-C) – de 200 a 280nm; ondas médias (UV-B) – de 280 a 320nm; e ondas longas (UV-A) – de 320 a 400nm. A radiação UV-C pode ser obtida através de lâmpadas germicidas de baixa pressão de mercúrio, que emitem ondas curtas ao redor de 254nm (Bintsis *et al.*, 2000).

A radiação UV-C pode implicar em alterações biológicas e bioquímicas, exercendo atividade antimicrobiana que poderia ser aplicada no processamento de alimentos. A primeira utilização desse método foi no tratamento de água e em seguida em sucos. Com o avanço nos estudos, seu uso foi aprovado pelo Food and Drug Administration (FDA) (Guedes *et al.*, 2009).

A ação germicida da UV-C, constitui uma forma eficaz de descontaminação microbiana de superfícies e embalagens. Trata-se de uma

técnica interessante para ser aplicada em produtos vegetais em pós-colheita, no intuito de reduzir propágulos de microrganismos (Guerrero-Beltrán & Barbosa-Cánovas, 2004).

O uso da radiação UV-C para o controle de podridões causadas por microrganismos fitopatogênicos baseia-se na sua ação germicida, ou na sua capacidade de atuar como indutor de resistência nos tecidos do hospedeiro (Stevens *et al.*, 1996). De acordo com Demirci & Panico (2008), o efeito germicida é devido à destruição de estruturas do patógeno, inibição da sua germinação ou do seu desenvolvimento. Os autores atribuem este efeito à desnaturação proteica e desorganização da membrana plasmática de tecidos do patógeno.

Acredita-se ainda que a eficiência do método de tratamento com UV-C está associada, principalmente, a redução da infestação de patógenos da superfície dos frutos, como foi relatado em estudo utilizando diferentes doses de UV-C para redução de inóculo de *Penicillium expansum* da superfície de maçãs (Valdebenito-Sanhueza & Maia, 2001).

A síntese de metabólitos relacionada aos mecanismos de defesa no reconhecimento a fitopatógenos pode ser induzida por tratamentos com doses baixas de radiação UV-C (Silveira *et al.*, 2005). As enzimas peroxidases (PODs) e as β -1-3-glucanases (GLUs) atuam no sistema de defesa de organismos vegetais. A POD catalisa uma reação que produz lignina. A lignina, por sua vez, se associa a outros polissacarídeos e celulose e forma uma barreira física na parede celular. Já as enzimas GLU hidrolisam β -1-3-glucanas, componentes das paredes celulares de bactérias e fungos. (Araújo & Stadnik, 2011).

Foi avaliada, por Bassetto *et al.* (2007), a eficiência do tratamento com radiação UV-C no controle *in vitro* de *M. fructicola* e *Rhizopus stolonifer*, bem como, no controle de forma protetora e curativa das podridões causadas por estes fungos em pêssegos. Para avaliar o efeito protetor, os pêssegos 'Tropic Beauty' frutos foram inoculados 0, 16, 24 e 40 horas após exposição a $1,04\text{kJ.m}^{-2}$ de UV-C. E, para avaliar o efeito curativo, os frutos foram inoculados artificialmente através de ferimentos quatro horas antes da exposição à UV-C (0; 1,04; 5,22; 10,44; 15,66 e $31,32\text{kJ.m}^{-2}$). Houve inibição do crescimento micelial de *M. fructicola* apenas com doses de $1,04\text{kJ.m}^{-2}$ e $10,44\text{kJ.m}^{-2}$, sendo que as outras doses testadas, 5,22; 15,66 e $31,32\text{kJ.m}^{-2}$, estimularam o seu desenvolvimento. Com relação a *R. stolonifer*, o crescimento micelial foi reduzido nas doses entre 10,44 e $15,66\text{kJ.m}^{-2}$ e a sua inibição completa foi alcançada na dose de $31,32\text{kJ.m}^{-2}$. A aplicação protetora da radiação UV-C não controlou as doenças. Já a aplicação curativa foi eficiente no controle de podridão mole (*R. stolonifer*), entretanto, não teve efeito sobre a podridão parda (*M. fructicola*).

Stevens *et al.* (1996) avaliaram o efeito de doses de radiação UV-C entre 0 e 40kJ.m^{-2} sobre a incidência de podridão parda em maçãs 'Golden Delicious' infectadas naturalmente e pêssegos 'Loring' e 'Elberta' com infecção natural e artificial. As doses de 7,5; 27 e 40kJ.m^{-2} , inibiram completamente a incidência de podridão parda em maçãs, entretanto as maçãs tratadas com a dose de 20kJ.m^{-2} e as doses menores que $7,5\text{kJ.m}^{-2}$ apresentaram podridão. Nos pêssegos com infecção natural, houve variação entre as doses, sendo que os frutos 'Elberta' tratados com as doses de 7,5 e 20kJ.m^{-2} apresentaram menor incidência, no caso da cv. Loring, a menor incidência foi observada nos

frutos tratados com 20kJ.m^{-2} , porém não foi tão baixa quanto na cv. Elberta. Em frutos inoculados artificialmente, não houve redução expressiva da incidência de podridão parda em pêssegos 'Elberta', entretanto a menor incidência foi observada na dose de 20kJ.m^{-2} .

Em estudos *in vitro* realizados por Li *et al.* (2010), foi avaliado o efeito da radiação UV-C na germinação de conídios de *M. fructicola*, no desenvolvimento da podridão parda em peras 'Yali' inoculadas artificialmente e a influência nas atividades de defesa. Comprovou-se que doses entre 1 e 10kJ.m^{-2} de UV-C inibiram a germinação dos conídios. As frutas que foram expostas à UV-C antes ou após a inoculação apresentaram lesões com diâmetros menores que a testemunha. Além disso, houve um incremento na atividade de enzimas que atuam nos mecanismos de defesa dos frutos.

Outros trabalhos foram realizados, utilizando radiação UV-C em pêssegos, para controlar podridão parda e verificar a influência desse método nas características físico-químicas do fruto. Sautter *et al.* (2011) testaram a dose de $2,4\text{kJ.m}^{-2}$ em pêssegos 'Magnum' inoculados e não obtiveram resultados satisfatórios para o controle da severidade de podridão parda. Entretanto, esse tratamento não alterou os principais parâmetros físico-químicos do fruto, como o teor de açúcar, acidez titulável e firmeza de polpa.

Tiecher *et al.* (2010) avaliaram o efeito da radiação UV-C, na dose de $3,7\text{kJ.m}^{-2}$, aplicada de forma preventiva e curativa em pêssegos 'Chimarrita' com e sem ferimentos, inoculados artificialmente com *M. fructicola*. Os autores constataram que, com a aplicação da radiação UV-C, houve estímulo do metabolismo secundário dos frutos, ocasionando um incremento no seu teor de compostos fenólicos e na capacidade antioxidante. Porém, não foi

suficiente para reduzir a severidade da doença, apenas atrasou em um dia o aparecimento de lesões em frutos sem fermento.

Com base na pesquisa existente com radiação UV-C, aplicada em condições experimentais de laboratório de diversas formas, observa-se que a resposta para esse tratamento é bastante variável, tanto para espécies e cultivares distintas quanto para doses diferentes (Stevens *et al.*, 1996). Nota-se que doses próximas a 1kJ.m^{-2} , que exigem tempo de exposição próximo a um minuto, conforme a fonte utilizada, podem ser igualmente ou mais eficientes que doses que necessitam de um período de exposição de 30 minutos (Bassetto *et al.*, 2007). Ainda é necessário elucidar essa questão, visando o uso de UV-C para um controle eficiente da podridão parda em pêssegos em operações na pós-colheita.

No trabalho realizado por Bartnicki *et al.* (2011), os autores avaliaram a eficiência técnica e a viabilidade econômica da radiação UV-C e da aspersão de água aquecida em maçãs ‘Fuji’ e ‘Gala’, numa linha comercial de seleção, para controlar a podridão “olho-de-boi” (*Cryptosporiopsis perennans*). Nesse estudo, constatou-se que os métodos de controle testados reduziram a incidência de podridão e que a radiação UV-C foi o tratamento que resultou em maior benefício e retorno econômico.

De acordo com Manzocco *et al.* (2011), a aplicação de UV-C durante as operações de corte de melão minimamente processado antes da embalagem, reduziu a população microbiana e a perda de água ao longo do período de armazenamento. Os autores concluíram também que o tratamento não alterou a cor e a firmeza do melão, e ainda contribuiu para a melhoria de suas propriedades sensoriais.

2.3.2 Controle biológico

Vários grupos de pesquisa trabalham com busca, seleção e teste de organismos procariotas, a fim de selecionar os mais promissores que promovam o biocontrole de doenças de plantas. O controle biológico é uma das linhas de pesquisa mais trabalhadas e investigadas na fitopatologia (Romeiro, 2007).

Há relatos de microrganismos que são capazes de controlar patógenos em diversas espécies. Os resultados obtidos por Zheng *et al.* (2005) indicam que *Rhodotorula glutinis* tem potencial como biocontrolador de bolor verde, uma das principais podridões em pós-colheita em laranjas, causada por *P. digitatum*.

A maioria dos patógenos causadores de doenças em pós-colheita iniciam a infecção através de ferimentos. Em função desta condição, o antagonista deve apresentar desenvolvimento rápido, utilizar baixa concentração de nutrientes e estar bem adaptado ao ambiente. Assim, o antagonista se utiliza dos nutrientes disponíveis no ferimento, impedindo que o patógeno utilize esses nutrientes para germinar e iniciar o processo de infecção (Nunes, 2012).

Para ser utilizado no biocontrole, o agente biológico precisa ser geneticamente estável, não pode causar dano ao hospedeiro, deve ser efetivo a baixas concentrações, possuir amplo espectro de ação, ser de fácil aplicação e não pode produzir substâncias tóxicas (Sharma *et al.*, 2009).

Os microrganismos também podem auxiliar na resistência do hospedeiro quando a sua aplicação ocorre de maneira integrada com outros agentes indutores. Os resultados obtidos por Yu *et al.* (2007) mostram que a

associação entre a levedura *Cryptococcus laurentii* e ácido salicílico, em peras 'Shuijing', pode induzir resistência natural do fruto à podridões causadas por *Botrytis cinerea* e *P. expansum*.

Há um consenso que o controle biológico em pós-colheita pode ser mais efetivo no controle de patógenos, por se tratar de um ambiente onde as condições são controladas e a aplicação do agente biológico é, aparentemente, mais fácil (Moreira & May-De Mio, 2006).

A eficiência do uso de *B. subtilis* para controlar podridão parda em frutas de caroço tem sido avaliada há vários anos. Em pesquisas realizadas por Pusey & Wilson (1984), foi constatado que apenas uma cepa dessa espécie foi capaz de reduzir a incidência e a severidade da podridão parda em pêssegos, nectarinas, ameixas e damascos. Os autores aplicaram a suspensão bacteriana por aspersão nos frutos com ferimentos, entre uma e duas horas antes de realizar a inoculação dos frutos com *M. fructicola*.

Foi verificado, por Casals *et al.* (2010), que houve redução da infecção por *M. laxa* em pêssegos e nectarinas tratados com a combinação entre tratamento hidrotérmico e o complexo de isolados de *B. subtilis* (CPA-8). Nesse caso, apenas 8% dos frutos apresentavam infecção, diferindo da testemunha com 84%. Os frutos tratados somente com tratamento hidrotérmico ou com CPA-8, apresentaram 24% e 52% de frutos infectados, respectivamente. A aplicação do tratamento com o antagonista se deu pela imersão em solução aquosa, contendo 10^7 células.mL⁻¹.

No ensaio realizado por Yáñez-Mendizábal *et al.* (2012), utilizando isolados selvagens de *B. subtilis* (CPA-8), formulados (Serenade Max[®]) e mutantes incapazes de produzir fengicina obtiveram resultados que confirmam

a atividade antifúngica da fengicina. Os autores concluíram que há a contribuição deste lipopeptídeo para o potencial de biocontrole de *B. subtilis* CPA-8 para *M. laxa* e *M. fructicola*.

Os estudos utilizando *B. subtilis* para controlar podridão parda no Brasil são escassos. No trabalho realizado por Fortes & Bettiol (1997), foi avaliada a ação inibitória de isolados de *B. subtilis*, obtidos de flores de pessegueiro, em relação a tratamentos com fungicidas e frigoconservação. Os autores concluíram que *B. subtilis* foi capaz de reduzir a incidência de podridão parda, porém não tão eficiente quanto os tratamentos com fungicidas associados à frigoconservação.

2.3.3 Silício

O silício é o segundo elemento mais abundante no solo, é encontrado em formas combinadas, como a sílica e minerais silicatados (Epstein, 1994). As fontes de silício normalmente utilizadas em pesquisas são os metassilicatos de sódio e potássio (Ferreira, 2009). Há diversos trabalhos a respeito da ação antifúngica de várias fontes de silício, principalmente na forma de metassilicato de sódio e silicato de sódio.

Qin & Tian (2005) avaliaram o efeito de diferentes doses de silício, na forma de metassilicato de sódio, sobre *P. expansum* e *M. fructicola* e no desenvolvimento de podridões causadas por esses fungos em cerejas. Nesse caso, as cerejas foram inoculadas através de ferimentos, com 15µL de suspensão de conídios de cada fungo patogênico, 12 horas antes do tratamento com diferentes concentrações de silício (0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 e 1%). A solução aquosa de metassilicato de sódio foi aplicada sobre o ferimento

contendo o inóculo. Qin & Tian (2005) concluíram que o silício inibiu a germinação e a alongação do tubo germinativo dos fungos a partir da concentração de 0,2% e, ainda, reduziu a incidência e a severidade de mofo azul e podridão parda. Com o aumento da concentração de silício, a inibição dos patógenos e do desenvolvimento das podridões causadas por eles foi maior.

No estudo realizado por Yang *et al.* (2010), foi avaliado o efeito de silício, quitosana e a combinação entre estes sobre a incidência *M. fructicola* em maçãs. Constatou-se que a combinação entre o silício e a quitosana exerceu maior inibição sobre a podridão do que quando utilizados individualmente.

Foi avaliada a ação antifúngica do silício na forma de silicato de sódio, sobre *P. digitatum* bem como, o seu modo de ação. O silício reduziu a germinação, a alongação do tubo germinativo, o crescimento micelial e, também, controlou a incidência de bolor verde em frutos cítricos. Nesse estudo, foi constatado que o efeito antifúngico do silício se deve aos danos causados na membrana dos esporos do fungo (Liu *et al.*, 2010).

Em outro estudo, foi avaliado o efeito sobre *Fusarium sulphureum* e no desenvolvimento da podridão causada por este patógeno em batatas. A dose de 200mM de silicato de sódio teve melhor desempenho na inibição da germinação de conídios e do crescimento micelial do fungo. Em batatas tratadas com as doses de 100 e 200mM, as lesões apresentaram menor diâmetro, diferindo do controle (Li *et al.*, 2009).

Também foi verificado o efeito do silicato de sódio sobre a podridão 'rosa' em melão cantaloupe chinês, causada por *Trichothecium roseum*. No

experimento realizado por Guo *et al.* (2007), foi verificado que o tratamento com silicato de sódio reduziu o crescimento *in vitro* do fungo, a severidade da doença e, ainda, foi constatado nos frutos tratados aumento da atividade das enzimas POD e fenilalanina amônia-liase (FAL). Em estudo semelhante, realizado por Li *et al.* (2012), os frutos que receberam tratamento pela imersão por 10min em solução aquosa de 100mM de silicato de sódio, apresentaram lesões com diâmetros menores em relação à testemunha.

2.3.4 Desinfestantes

O uso de desinfestantes em pós-colheita de frutas e hortaliças tem se destacado recentemente, pois possuem efeito no controle das doenças devido a sua ação fungistática e bactericida. Nesse grupo, as soluções cloradas são mais comumente utilizadas (Carvalho *et al.*, 2009).

A eficiência do cloro depende da concentração, tempo de exposição, temperatura, pH e da carga microbiológica. Sendo que o pH e o teor de cloro devem ser monitorados com frequência, pois em soluções com o pH alcalino há redução da atividade germicida. O equilíbrio entre a atividade e a estabilidade é alcançado na faixa de pH próxima à neutralidade, de 6,5 a 7,5. O cloro é solúvel em água por injeção de gás (Cl_2), ácido hipocloroso (HOCl) ou íons hipoclorito (OCl^-), conforme o pH da água. Sua concentração na água pode diminuir em função da presença de matéria orgânica, reduzindo o cloro livre que age sobre os micro-organismos (Medeiros, 2009).

Apesar do cloro, na forma de hipoclorito, apresentar potencial de risco em decorrência das reações cloradas (trihalometanos), seu uso é aprovado para a lavagem de produtos em agroindústrias, por ser considerado seguro e

estável (Terao *et al*, 2007; Senhor *et al*, 2009). O hipoclorito de cálcio é empregado no tratamento de água potável e água de piscina, na indústria de papel, como sanitizante em empresas de bebidas, assepsia de abatedouros, aviários e hospitais (Abreu, 2006).

O oxiclureto de cálcio (Frexus[®]) é um sal inorgânico formulado à base de hipoclorito de cálcio, indicado para uso em pós-colheita de frutas e hortaliças. Alguns trabalhos realizados com maçã mostram a sua eficiência como agente desinfestante, além disso, é recomendado para uso na produção integrada (Hoffmann & Valdebenito-Sanhueza, 2012). Entretanto, seu uso em fruteiras de caroço ainda possui carência de informações.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados experimentos para avaliar o efeito *in vitro* e *in vivo* dos tratamentos alternativos com UV-C, metassilicato de sódio, oxiclureto de cálcio e *B. subtilis* sobre *M. fructicola*. Nos ensaios *in vitro*, foi avaliada a germinação e a sobrevivência de conídios de dois isolados do fungo quando aplicados os diferentes tratamentos. Os testes *in vivo* foram realizados de duas formas. Em uma das formas, os tratamentos foram aplicados em condições controladas de laboratório. Na outra, os tratamentos foram aplicados em uma linha comercial de seleção de frutas antes da embalagem, no intuito de simular a utilização prática dos métodos de controle alternativos testados. As doses UV-C ou concentrações de produtos utilizadas nos experimentos foram obtidas em testes preliminares realizados *in vitro*.

3.1 Sensibilidade de conídios de *M. fructicola* a tratamentos alternativos

No Centro de Pesquisas da Proterra Engenharia Agronômica, localizado município de Vacaria, RS, foi realizada uma avaliação da sensibilidade de dois isolados de *M. fructicola* a tratamentos com radiação UV-C, oxiclureto de cálcio (Frexus CH), metassilicato de sódio e *B. subtilis* (Serenade[®]). Os isolados 1 e 2 foram obtidos de lesões características de

podridão parda em pêssegos infectados naturalmente em pomar de Vacaria-RS.

As suspensões de conídios destes dois isolados de *M. fructicola* foram preparadas a partir da raspagem da superfície de maçãs com sintomas de podridão parda, que haviam sido inoculadas previamente de maneira artificial. As estruturas do fungo resultantes da raspagem foram transferidas para um copo de Becker contendo água destilada e esterilizada (ADE) suplementada com Tween 80 (0,001%). A suspensão foi agitada manualmente para homogeneização. A concentração de cada suspensão foi ajustada, com auxílio da câmara de Neubauer, para uma concentração final de 10^4 conídios.mL⁻¹.

Amostras da suspensão de conídios foram submetidas aos seguintes tratamentos: T1 – testemunha em BDA (caldo de 200g de batata, 20g de Dextrose, 20g de Ágar-ágar e ADE para o preparo de 1L de meio de cultura); T2 – testemunha em BDA acidificado com 1,5mL.L⁻¹ de ácido láctico; T3 - UV-C (0,627kJ.m⁻²); T4 - 0,001% oxiclreto de cálcio (Frexus CH[®]); T5 – 1 % de metassilicato de sódio e T6 – 2% de *B. subtilis* (Serenade[®]).

Para o tratamento com radiação UV-C, foram preparadas placas de Petri de 5cm de diâmetro, contendo 3mL da suspensão de conídios, que ficaram expostos à quatro lâmpadas germicidas, com 10cm de distância e por um período de 30 segundos. A dose de 0,627 kJ.m⁻² foi determinada através da intensidade de radiação, mensurada com o radiômetro, multiplicada pelo tempo de exposição à fonte de radiação (Figura 3A).

Nos tratamentos com oxiclreto de cálcio, metassilicato de sódio e *B. subtilis*, a suspensão de conídios foi diluída em 3mL de solução aquosa de

cada produto, em frascos de vidro âmbar com capacidade máxima de 30mL (Figura 3B). Já, para as duas testemunhas, a suspensão de conídios foi diluída em 3mL de ADE, em frascos do mesmo tipo.

Após a aplicação do tratamento para avaliação da germinação de conídios, alíquotas de 0,1mL foram transferidas para três pontos de placas de Petri contendo meio de cultura (Figura 3C). Foi utilizado BDA no caso de uma das testemunhas, do metassilicato de sódio, oxicloreto de cálcio e UV-C. Já no caso da outra testemunha e do *B. subtilis* foi utilizado BDA acidificado. Em seguida, as placas foram armazenadas em estufa BOD a 15°C e fotoperíodo de 12 horas.

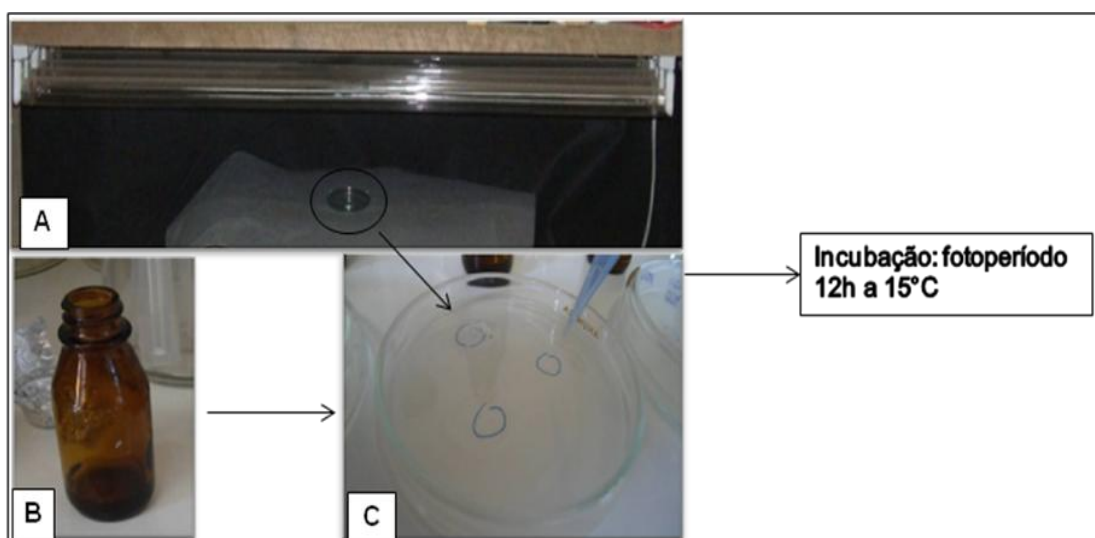


FIGURA 3. Tratamento de conídios para avaliação da germinação. A – Aparelho com lâmpadas germicidas para tratamento com UV-C; B – Frasco para os tratamentos com produtos; C – Transferência de suspensão tratada para três pontos de cada placa de Petri, Vacaria-RS, 2012.

O ensaio foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco repetições por tratamento. Cada unidade experimental

era composta por uma placa de Petri.

A avaliação de porcentagem de germinação de conídios foi realizada após três dias de incubação, por observação no microscópio óptico. De cada placa de Petri foram examinados 100 conídios por placa para obter a porcentagem de germinação. Foram considerados germinados, os conídios que apresentavam o tubo germinativo com o comprimento maior que o dobro do tamanho do conídio.

Também, foi determinada a sobrevivência de conídios dos dois isolados em cada tratamento. Uma alíquota de 0,1mL das suspensões tratadas foi transferida para placa de Petri contendo meio de cultura BDA ou BDA acidificado, conforme descrito anteriormente. A suspensão foi distribuída no meio de cultura da placa, com auxílio da alça de Drigalsky (Figura 4C).

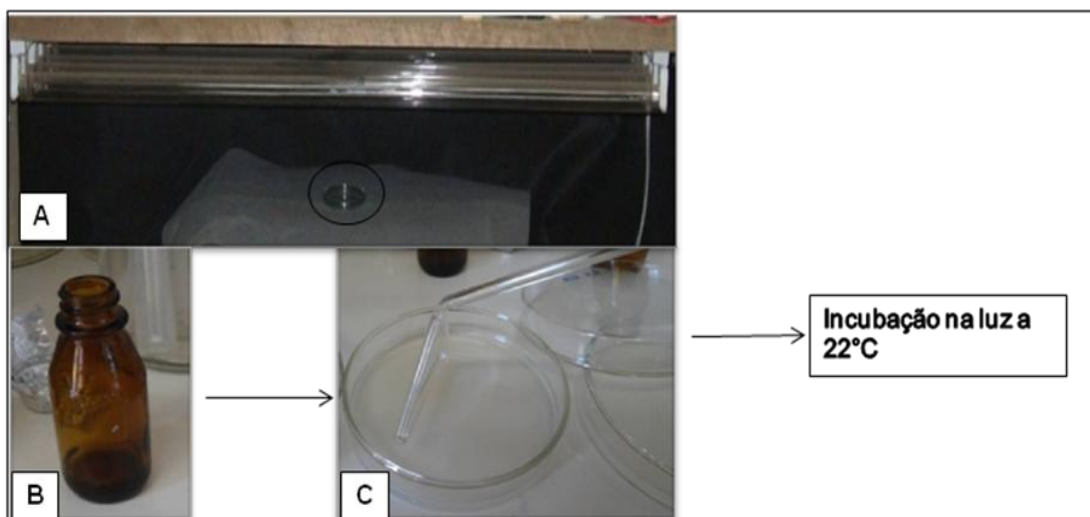


FIGURA 4. Tratamento de conídios para avaliação da sobrevivência. A – Aparelho com lâmpadas germicidas para tratamento com UV-C; B – Frasco para os tratamentos com produtos; C – Distribuição da suspensão de conídios no meio de cultura com a alça de Drigalsky, Vacaria-RS, 2012.

Após o tratamento, as placas ficaram incubadas sob luz branca fluorescente contínua à temperatura de $22^{\circ}\text{C} \pm 2$. O ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições por tratamento e unidades experimentais compostas por uma placa de Petri. A avaliação de unidades formadoras de colônias (UFC's) foi realizada três dias após o tratamento e consistiu no registro do número de UFC's por placa.

Os dados de porcentagem de germinação e número de UFC's não seguiram a distribuição normal, por isso, foram submetidos ao teste não paramétrico de Kruskal Wallis, considerando significativo quando $p < 0,05$.

3.2 Efeito de doses de radiação UV-C sobre a incidência de podridão parda em pêssegos 'Chiripá' e 'Eragil' inoculados e sob condições controladas

O experimento foi conduzido no Centro de Pesquisas da Proterra Engenharia Agronômica Ltda., no município de Vacaria, RS. Foram utilizados pêssegos das cultivares Chiripá e Eragil, oriundos da região dos Campos de Cima da Serra do Rio Grande do Sul, sem a informação de que tenham recebido tratamentos com fungicidas em pré-colheita. Os frutos utilizados não apresentavam sintomas de podridão parda, os pêssegos 'Chiripá' apresentavam em média 14,13N de firmeza de polpa e 13,15°Brix de teor de sólidos solúveis e, 'Eragil', 94,97N de firmeza de polpa e 12,58°Brix de teor de sólidos solúveis.

Os pêssegos foram inoculados artificialmente com uma suspensão de 10^5 conídios.mL⁻¹ de *M. fructicola*. A suspensão de conídios foi preparada pela raspagem em ADE de estruturas do fungo presentes na superfície de um

pêssego com infecção natural.

Os tratamentos consistiram na exposição dos frutos (Figura 5A) a diferentes doses de radiação UV-C, conforme o período de exposição 0kJ.m^{-2} (0s); $0,172\text{ kJ.m}^{-2}$ (10s); $0,344\text{ kJ.m}^{-2}$ (20s); $0,516\text{ kJ.m}^{-2}$ (30s); $0,688\text{ kJ.m}^{-2}$ (40s); $0,861\text{ kJ.m}^{-2}$ (50s) e $1,033\text{ kJ.m}^{-2}$ (60s). O equipamento de radiação UV-C foi composto de quatro lâmpadas de baixa pressão de mercúrio, emitindo radiação no comprimento de onda ao redor de 254 nanômetros, com potência de 30 watts cada, com seus respectivos reatores instalados em um suporte de madeira. Após receber o tratamento, os frutos foram acondicionados em bandejas com câmara úmida e permaneceram armazenados à temperatura de $22^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, por seis dias (Figura 5B).

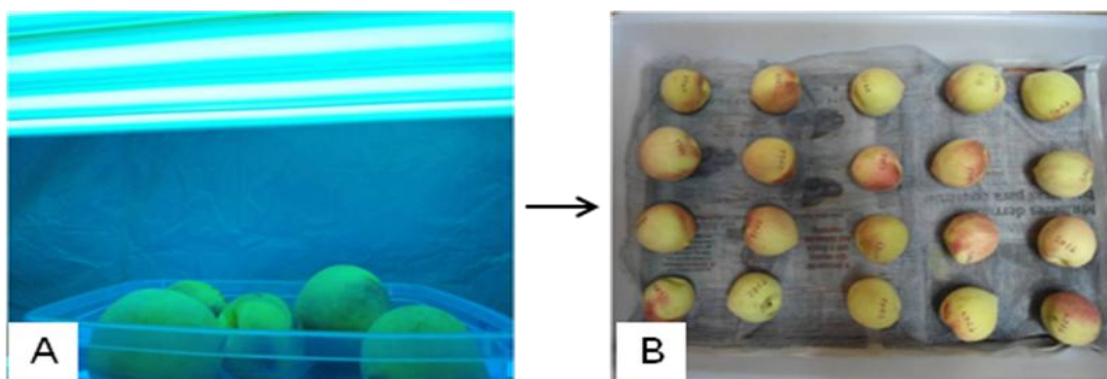


FIGURA 5. Tratamento com diferentes doses de radiação UV-C. A – Pêssegos expostos às lâmpadas germicidas (fonte de radiação UV-C); B – Acondicionamento dos frutos em bandejas com câmara úmida. Vacaria-RS, 2012.

Este ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições de quatro frutos para cada tratamento. A avaliação foi realizada pela contagem do número de frutos com sintomas de podridão parda, para obtenção da incidência de podridão, expressa em porcentagem

(%). Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão.

3.3 Efeito de concentrações de produtos alternativos sobre a incidência de podridão parda em pêssegos 'Eragil' inoculados e sob condições controladas

O experimento foi realizado no Centro de Pesquisas da Proterra Engenharia Agrônômica Ltda., no município de Vacaria-RS. Foram utilizados pêssegos da cv. Eragil, oriundos de um pomar comercial da região dos Campos de Cima da Serra que apresentavam tamanho uniforme, em média 58,49N de firmeza de polpa e 11,45°Brix de teor de sólidos solúveis. Não foram fornecidas as informações a respeito do uso de fungicidas em pré-colheita.

Os frutos foram inoculados por aspersão com uma suspensão de conídios de *M. fructicola* com concentração de 10^5 conídios.mL⁻¹. A suspensão foi preparada, a partir da raspagem de estruturas do fungo presentes na superfície de um fruto que apresentava sintoma de podridão parda em ADE suplementada com Tween 80.

Os produtos foram diluídos em água em diferentes concentrações para cada tratamento (Tabela 1) e foram aplicados por aspersão utilizando um pulverizador manual (Figura 6). Após a aplicação, os pêssegos permaneceram armazenados em bandejas com câmara úmida à temperatura de 22°C ± 1°C.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco repetições por tratamento. As unidades experimentais eram compostas por quatro frutos. A avaliação foi realizada seis dias após a aplicação dos tratamentos e consistiu na determinação do número de frutos podres para a

obtenção da incidência de podridão parda e o controle em relação à média de incidência da testemunha, expresso em porcentagem (%). Os dados de controle de podridão foram submetidos à análise de regressão.

TABELA 1. Tratamentos alternativos testados para controlar podridão parda em pêssegos 'Eragil'. Vacaria, 2012.

Produto comercial	Ingrediente ativo	Dose (%)
Oxicloreto de cálcio - Frexus CH [®]	Hipoclorito de cálcio	0,0005
		0,0010
		0,0015
		0,0020
		0,0025
Metassilicato de sódio	Metassilicato de sódio	0,2
		0,4
		0,6
		0,8
		1,0
Serenade [®]	<i>Bacillus subtilis</i>	0,5
		1,0
		1,5
		2,0
		2,5
Testemunha	Água	-----



FIGURA 6. Aplicação por aspersão de solução de produto alternativo para controle de podridão parda em pêssego. Vacaria-RS, 2012.

3.4 Tratamentos alternativos para controle de podridão parda aplicados na linha comercial de seleção de pêssegos 'Chiripá' (2012)

O experimento foi realizado no *packing house* da empresa Silvestrin Frutas, localizado no município de Farroupilha, e as avaliações foram realizadas no laboratório de pós-colheita da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Foram utilizados pêssegos 'Chiripá' colhidos de um pomar comercial da Serra Gaúcha, do qual não foram fornecidas informações sobre os tratamentos com fungicidas em pré-colheita. Os frutos foram armazenados em câmara fria a 0°C e 90% de umidade relativa durante cinco dias, entre a colheita e a data da aplicação dos tratamentos. Na data de instalação do experimento, os frutos foram selecionados aleatoriamente para cada tratamento. Também foi separada uma amostra para avaliação do ponto de maturação inicial, em que os pêssegos apresentaram em média 15,6°Brix de teor de sólidos solúveis totais e 53,37N de firmeza de polpa.

Os frutos foram inoculados pela aspensão da suspensão de 10^4 conídios.mL⁻¹ de *M. fructicola*. A suspensão foi preparada com estruturas do fungo presentes na epiderme de um fruto com sintoma típico de podridão parda em água destilada esterilizada suplementada com Tween 80 (0,001%). A suspensão foi homogeneizada e filtrada em gaze esterilizada e a concentração foi ajustada com auxílio da câmara de Neubauer.

Os tratamentos foram aplicados na linha beneficiamento e seleção de frutas do *packing house*, cuja limpeza da máquina era realizada diariamente com água corrente sem uso de detergentes ou sanitizantes. Os tratamentos

consistiram na exposição dos frutos inoculados a duas doses de radiação UV-C (0,1153 e 0,0461kJ.m⁻²) ou a aspersão na superfície dos frutos com oxiclureto de cálcio (0,001%), metassilicato de sódio (0,8%) ou com *B. subtilis* (2%). Os ensaios tiveram duas testemunhas, uma delas inoculada com a mesma suspensão de conídios e passou pela máquina classificadora e a outra testemunha não foi inoculada nem passou pela máquina.

A fonte de radiação UV-C foi um equipamento composto por dez lâmpadas germicidas (marca Starlux[®]), cada uma com 30 watts de potência, distanciadas 10 cm entre si e emitindo radiação de 254nm de comprimento de onda. As lâmpadas foram instaladas em um suporte de alumínio que foi acoplado sobre a linha de seleção, sobre as escovas, para que os frutos pudessem passar girando sem que a radiação fosse emitida para fora desta estrutura (Figura 7). As doses foram obtidas pela radiância, mensurada com auxílio do radiômetro, multiplicada pelo tempo de exposição.

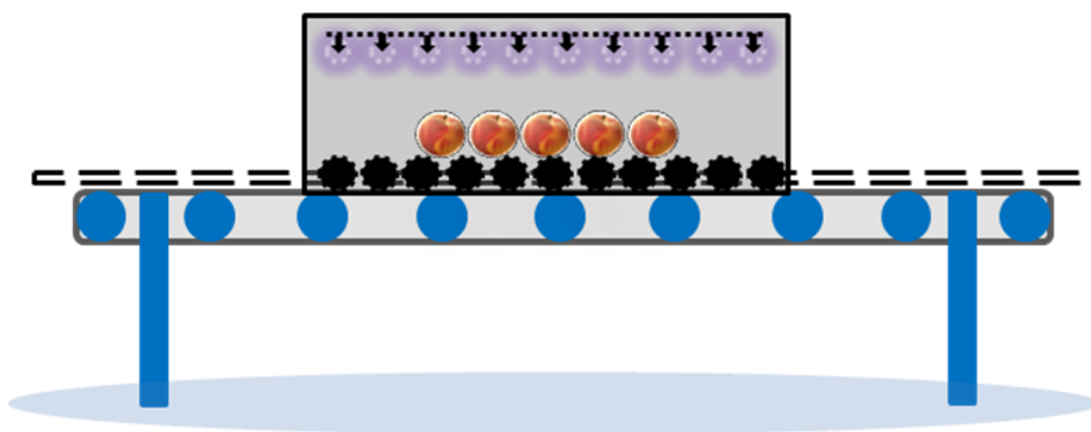


FIGURA 7. Ilustração do protótipo de lâmpadas germicidas, acoplado sobre a linha de seleção de frutos no *packing house*, utilizado para aplicação da radiação UV-C. Farroupilha-RS, 2013.

O metassilicato de sódio, o oxiclureto de cálcio e *B. subtilis* foram

diluídos em água e aplicados por aspersão com pulverizadores manuais com capacidade de 1,5L. O tratamento foi realizado logo após a inoculação e, em seguida, os frutos passaram pelos rolos transportadores com escovas.

Após a aplicação dos tratamentos, os pêssegos foram retirados da máquina, acondicionados em caixas plásticas (40 x 60 x 18cm) e armazenados em câmara fria por quatro dias a 0°C e 90% de umidade relativa. Este ensaio foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado, com sete tratamentos e cinco repetições de 50 frutos cada. Os frutos foram avaliados três dias após serem retirados da câmara fria, nesse intervalo os frutos permaneceram em temperatura ambiente (20°C ± 2°C) para simulação da vida de prateleira. A avaliação consistiu na contagem do número de frutos com sintomas típicos de podridão parda para obtenção da incidência e controle de podridão, cujos dados foram expressos em porcentagem (%).

Também, foram avaliados os parâmetros de qualidade e maturação dos frutos, nesse caso, foram utilizadas cinco repetições de dez frutos por tratamento.

a) Firmeza da polpa, determinada com penetrômetro (ponteira de 8mm), em dois lados opostos de cada fruto na região equatorial, eliminando parte do epicarpo e evitando-se a linha de sutura, expressa em Newton;

b) Teor de sólidos solúveis, determinado por refratometria e expresso em °Brix;

c) Acidez titulável, determinada por titulação com NaOH 0,1N e expressa em porcentagem de ácido cítrico;

d) Cor de fundo da epiderme, determinada com auxílio de colorímetro da marca Konica Minolta (CR2500d) no sistema L* a* b*, onde: L*, é a medida

da luminosidade e varia do 0 (preto) até ao 100 (branco); a^* é uma medida do vermelho (a^* positivo) ou do verde (a^* negativo); b^* é uma medida do amarelo (b^* positivo) ou do azul (b^* negativo);

e) Teor de vitamina C, através do método da 2-4-Dinitrofenilhidrazina (DNPH), conforme descrito por Tereda *et al.* (1978).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando o valor de F era significativo, as médias foram comparadas pelo teste Tukey a ($P < 0,05$).

3.5 Tratamentos alternativos para controle de podridão parda aplicados na linha comercial de seleção de pêssegos ‘Chiripá’ (2013)

O ensaio foi conduzido no *packing house* da empresa Silvestrin Frutas, em Farroupilha, RS, e as avaliações dos pêssegos foram realizadas no laboratório de pós-colheita da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em Porto Alegre, RS.

Para este ensaio foram utilizados pêssegos ‘Chiripá’ de um pomar comercial da Serra Gaúcha, do qual não foram fornecidas as informações referentes aos tratamentos com fungicidas. Os frutos foram refrigerados a 0°C e 90% de umidade relativa durante cinco dias entre a colheita e a aplicação dos tratamentos. Na data de instalação do experimento os pêssegos apresentaram em média 10,44 °Brix de teor de sólidos solúveis totais e 56,18N de firmeza de polpa.

Os pêssegos foram inoculados pela aspensão da suspensão de 10^5 conídios.mL⁻¹ de *M. fructicola*, preparada pela raspagem de estruturas do

fungo presentes na epiderme de um pêsego com sintoma de podridão parda em água destilada esterilizada suplementada com Tween 80.

Os tratamentos foram aplicados nos pêsegos recém inoculados, antes de passar pelos rolos transportadores de escovas da linha de seleção de frutas. Foram aplicados os seguintes tratamentos: exposição dos frutos inoculados a duas doses de radiação UV-C (0,1523 e 0,1071kJ.m⁻²), e a aspersão de oxicleto de cálcio (0,008%), metassilicato de sódio (0,8 e 1%) e *B. subtilis* (2%). Neste ensaio também foram utilizadas duas testemunhas, uma delas também foi inoculada e passou pela linha de seleção e a outra não foi inoculada e não passou pela linha de seleção.

O tratamento com radiação UV-C foi aplicado da mesma forma como foi descrito no item 3.3 e consistiu na exposição dos frutos às lâmpadas germicidas. Já os demais tratamentos, com oxicleto de cálcio, metassilicato e *B. subtilis* foram aplicados por aspersão, utilizando pulverizadores manuais. Após os tratamentos, os pêsegos foram acondicionados em caixas plásticas e armazenados em câmara fria durante quatro dias a 0°C e 90% de umidade relativa.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições de 50 frutos para cada tratamento. A avaliação foi realizada três dias após a retirada dos frutos da câmara fria, através da contagem do número de frutos com podridão parda para obtenção da incidência e controle de podridão, ambos expressos em porcentagem (%). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando o valor F calculado foi significativo, as médias foram comparadas pelo teste Tukey (P<0,05).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Sensibilidade de conídios de *M. fructicola* a tratamentos alternativos

Os tratamentos alternativos aplicados *in vitro* reduziram a porcentagem de germinação dos dois isolados de *M. fructicola* em relação às testemunhas. Na Figura 8, é possível observar a diferença entre um conídio germinado e um não germinado, na data da avaliação.

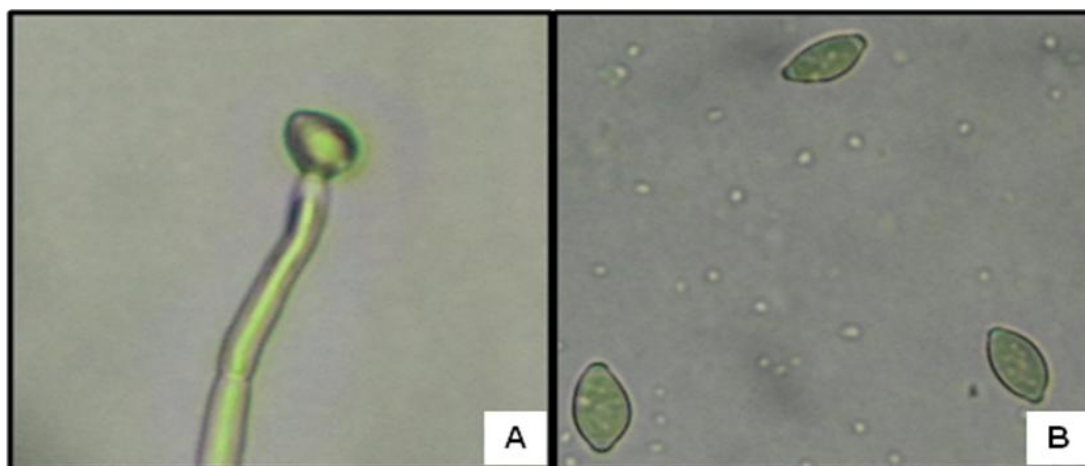


FIGURA 8. Comparação entre um conídio de *Monilinia fructicola* que germinou (A) e conídios que não germinaram (B). Vacaria, 2012.

Enquanto os conídios das testemunhas apresentavam germinação acima de 90%, na maioria dos tratamentos a porcentagem de germinação ficou abaixo de 5% (Figura 9). Apenas o isolado 1 tratado com *B. subtilis* alcançou 12,8%, evidenciando a atividade antifúngica dos tratamentos.

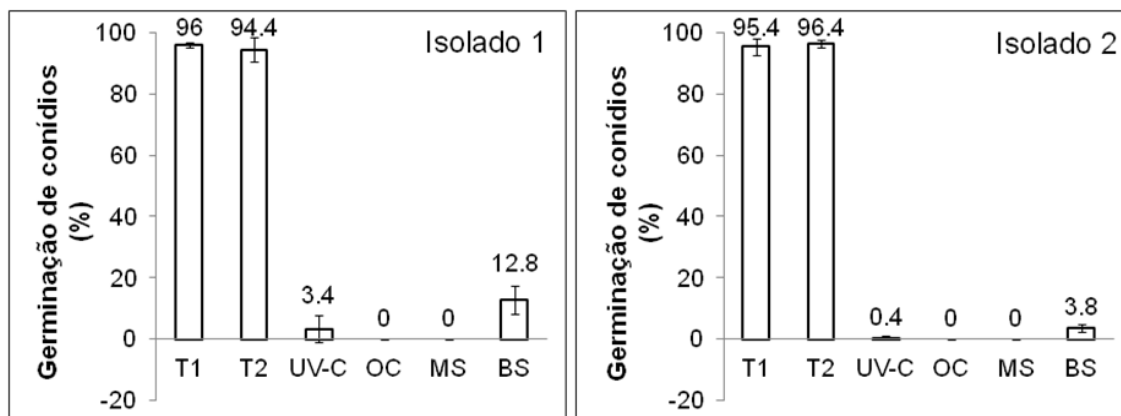


FIGURA 9. Germinação de conídios de isolados de *Monilinia fructicola* após o tratamento: T1 – testemunha em BDA; T2- testemunha em BDAác.; UV-C – $0,627\text{kJ}\cdot\text{m}^{-2}$; OC – 0,001% de oxiclreto de cálcio; MS – 1% de metassilicato de sódio e BS – 2% de *B. subtilis*. Kruskal-Wallis (isolado 1 – $p = 7,2 \times 10^{-5}$; isolado 2 – $p = 5,9 \times 10^{-5}$). As barras mostram o desvio padrão (n=5). Vacaria, 2012.

Quando avaliada a sobrevivência dos conídios, o comportamento foi semelhante ao resultado da avaliação da germinação, exceto para o tratamento com *B. subtilis*, pois o número médio de UFC's por placa de Petri chegou a 48,4 e 89,2 para os isolados 1 e 2, respectivamente (Figura 10).

Mesmo utilizando uma dose baixa $0,627\text{kJ}\cdot\text{m}^{-2}$ equivalente a 30s de exposição, a redução da germinação de conídios de *M. fructicola* ocasionada pela radiação UV-C na dose de foi maior do que os resultados obtidos por Stevens *et al.* (1998). Estes autores avaliaram doses entre $1,3$ e $40\text{kJ}\cdot\text{m}^{-2}$, obtida pelo período de exposição que variou de 1min e 45s a 53min e 45s, e determinaram que a menor porcentagem de germinação (19%) foi alcançada na dose de $20\text{kJ}\cdot\text{m}^{-2}$, equivalente a 27min de exposição.

No experimento *in vitro* realizado por Li *et al.* (2010), houve aproximadamente 90% de redução do número de colônias por placas de Petri

quando tratado com 1kJ.m^{-2} de radiação UV-C, já a inibição completa ocorreu com o tratamento de 5kJ.m^{-2} . Conforme relatado por Marquenie *et al.* (2003) conídios de *M. fructigena* foram inativados pela radiação UV-C em combinação com luz branca pulsada. No entanto, Guedes *et al.* (2009) afirmam que a taxa de redução microbiana com a radiação UV-C depende da aplicação de baixa intensidade por longo período ou alta intensidade por um período curto.

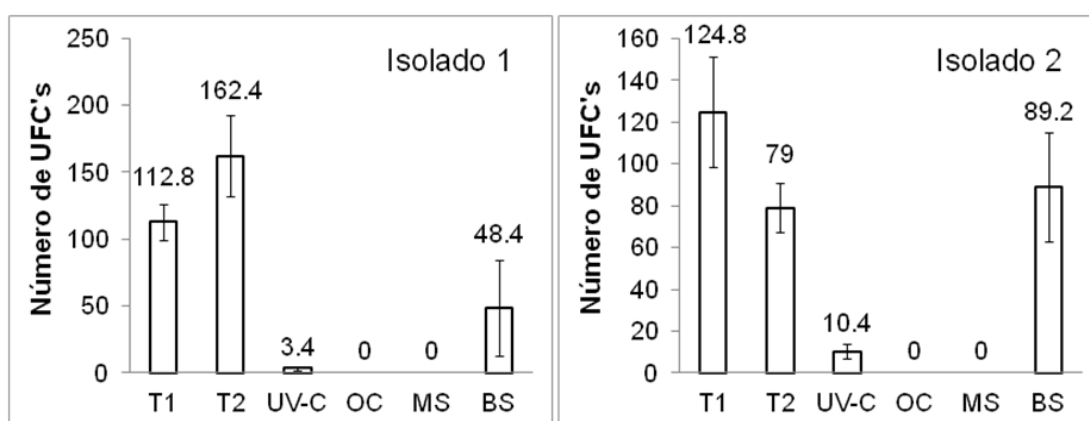


FIGURA 10. Número de UFC's de isolados de *Monilinia fructicola* após o tratamento: T1 – testemunha em BDA; T2 – testemunha em BDAác.; UV-C – $0,627\text{kJ.m}^{-2}$ de UV-C; OC – 0,001% de oxiclreto de cálcio; MS – 1% de metassilicato de sódio e BS – 2% de *B. subtilis*. Kruskal-Wallis (isolado 1 – $p = 6,7 \times 10^{-5}$; isolado 2 – $p = 5,8 \times 10^{-5}$). As barras mostram o desvio padrão ($n=5$). Vacaria, 2012.

A dose de 1% de metassilicato de sódio inibiu completamente a germinação dos isolados do patógeno. Esse efeito confirma os resultados obtidos por Qin & Tian (2005), pois os autores testaram doses de 0,2 a 1% de silício também na forma de metassilicato de sódio e afirmam que a partir de 0,2% já ocorreu inibição de germinação de conídios, tanto de *M. fructicola*

quanto de *P. expansum*.

O tratamento realizado com oxiclureto de cálcio também controlou a germinação dos conídios e o desenvolvimento de UFC's em meio de cultura. A aplicação de *B. subtilis* teve efeito sobre a germinação de conídios mas não impediu o desenvolvimento de UFC's. Este resultado está em concordância com observações de Hoffmann & Valdebenito-Sanhueza (2012). Estes autores utilizaram tratamentos *in vitro* com doses de oxiclureto de cálcio e *B. subtilis* para controlar o fungo *Cryptosporiopsis perennans*. Os resultados indicaram que todas as doses de oxiclureto de cálcio testadas reduziram o número de UFC's. No caso de *B. subtilis*, apenas a dose de 3% mostrou-se eficiente.

No trabalho realizado por Xu *et al.* (2001), foi constatado que conídios viáveis de *M. fructigena* germinam em temperaturas de 3 a 30°C quando a umidade está próxima da saturação. A existência de água livre favorece ainda mais a germinação de conídios.

Essas condições de alta umidade são comumente encontradas nos locais onde os frutos são manuseados até a chegada ao consumidor final. Por isso, a importância dos tratamentos em pós-colheita para reduzir o inóculo superficial.

4.2 Efeito de doses de radiação UV-C sobre a incidência de podridão parda em pêssego 'Chiripá' e 'Eragil' inoculados e sob condições controladas

A incidência de podridão parda em ambas as cultivares de pêssegos foi menor com a aplicação de UV-C. Todas as doses de radiação apresentaram efeito na redução da incidência em comparação com o tratamento

testemunha. Entretanto, nenhuma dose de UV-C foi capaz de conter completamente o desenvolvimento da doença e a incidência variou conforme o tratamento.

O modelo polinomial de 2º grau foi o que apresentou melhor ajuste aos dados de incidência de podridão parda em frutos da cv. Chiripá. As menores incidências observadas foram 15 e 25%, nas doses de 0,688 e 0,344kJ.m², respectivamente. No caso da cv. Eragil, os dados se enquadraram melhor no modelo polinomial de 3º grau e a menor incidência observada foi de 10%, na dose de 0,172kJ.m⁻² (Figuras 11 e 12).

No estudo realizado por Marquenie *et al.* (2002b), também comparando doses de UV-C, não houve controle significativo de podridão parda em cerejas. A forma de aplicação foi diferente da usada no presente trabalho, pois os autores utilizaram uma câmara de UV para aplicar as doses 0; 0,05; 0,10; 0,50; 1,00 e 1,50J.cm⁻², em cerejas inoculadas artificialmente com *M. fructicola*.

Nenhuma dose de UV-C reduziu a incidência ou a severidade de podridão parda no experimento realizado por Basseto *et al.* (2007), em que pêssegos previamente inoculados com *M. fructicola* foram tratados com radiação UV-C nas doses de 0; 1,04; 5,22; 10,44; 15,66 e 31,32kJ.m⁻². As doses utilizadas por esses autores são relativamente mais altas que as doses usadas no presente ensaio.

Foi constatado por Stevens *et al.* (1996) que algumas doses de radiação UV-C entre 0,0 e 40kJ.m⁻², aplicadas em condições experimentais controladas, reduziram a incidência de podridão parda em maçãs 'Golden Delicious' e pêssegos 'Loring' e 'Elberta'. A incidência de podridão teve

variação entre as doses, espécies, cultivares e inclusive dentro da mesma cultivar, quando avaliada em momentos distintos. É possível observar que as características peculiares de cada cultivar podem ter influência no efeito fungicida da radiação UV-C.

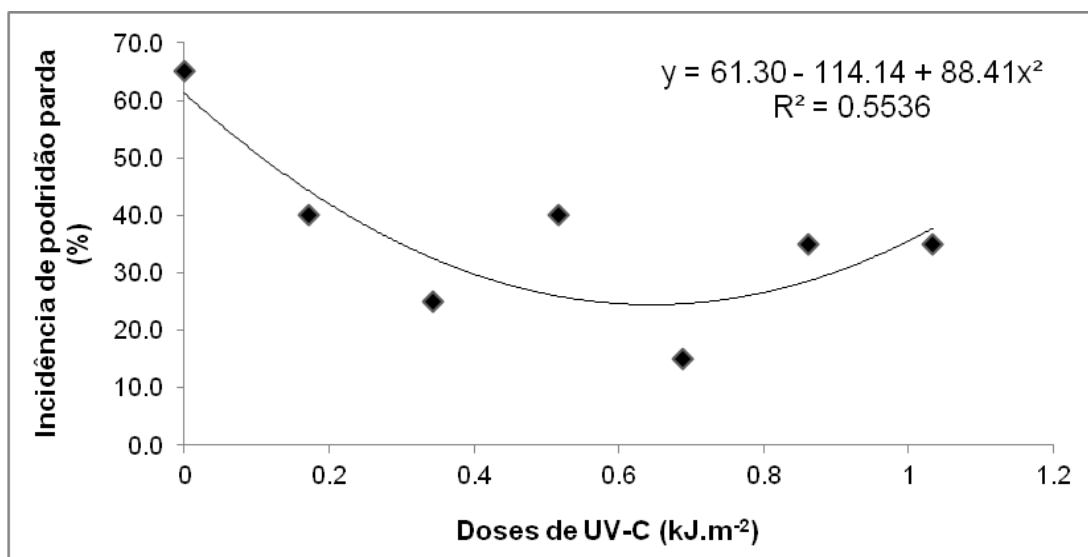


Figura 11. Incidência de podridão parda em pêsegos 'Chiripá' submetidos à doses de radiação UV-C. Vacaria, 2012.

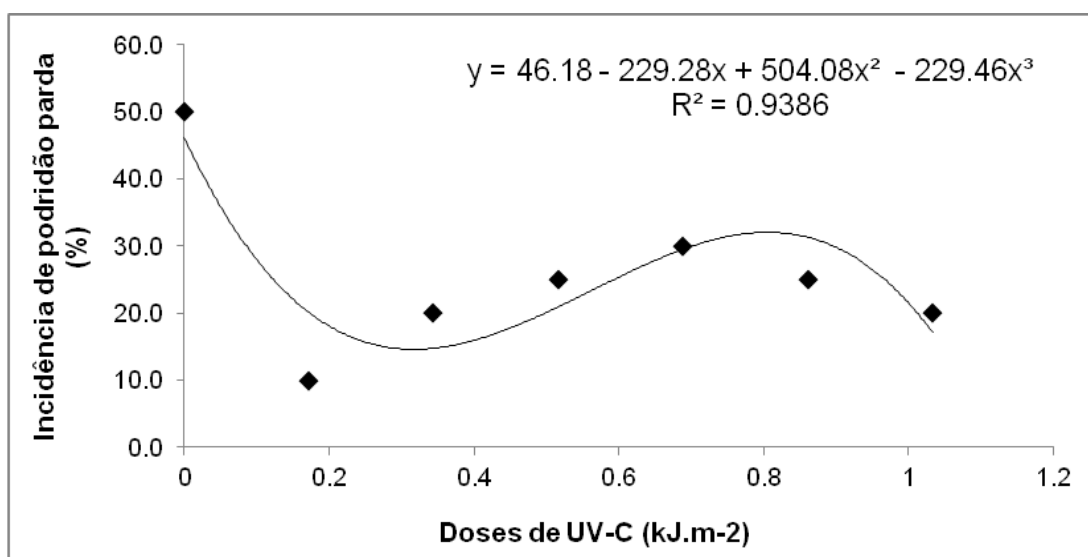


FIGURA 12. Incidência de podridão parda em pêsegos 'Eragil' submetidos à doses de radiação UV-C. Vacaria, 2012.

Também, há relatos em outras culturas que tiveram redução de ocorrência de podridões após tratamento com radiação UV-C. Como, por exemplo, mofo cinzento em uvas (Nigro *et al.*, 1998), podridões em mangas (González-Aguilar *et al.*, 2001), podridão 'olho-de-boi' em maçãs (Bartnicki *et al.*, 2011), podridões em morangos (Pán *et al.*, 2004) e cucurbitáceas (Erkan *et al.*, 2001).

Dessa forma, nota-se que a radiação UV-C apresenta potencial para uso em pós-colheita para minimizar as perdas causadas por podridões. Contudo, no caso da podridão parda em pêssegos, sua eficiência seria melhor aplicada como complemento ou associada a um manejo integrado de práticas de controle.

4.3 Efeito de concentrações de produtos alternativos sobre a incidência de podridão parda em pêssego 'Eragil' inoculados e sob condições controladas

O controle de podridão parda teve influencia dos tratamentos alternativos e variou conforme a concentração de cada produto. O controle exercido pelo metassilicato de sódio foi maior com o aumento da concentração. O tratamento com 1% alcançou 81,82% de controle (Figura 13).

Os resultados obtidos nesse experimento evidenciam a capacidade que o silício, na forma de metassilicato de sódio, tem para agir no controle de *M. fructicola* em pós-colheita de pêssegos. Da mesma forma como foi relatado por Qin & Tian (2005), que avaliaram o efeito de concentrações entre 0,2 e 1% de silício no controle de podridão parda e mofo azul em cerejas, causadas por *M. fructicola* e *P. expansum*, respectivamente.

Assim como descrito por alguns autores, o silício na forma de silicato de sódio também é eficiente no controle de outros fungos causadores de podridões em pós-colheita. Como no caso do bolor verde em laranjas causado por *P. digitatum* (Liu *et al.*, 2010) e da podridão do melão causada por *T. roseum* (Li *et al.*, 2012).

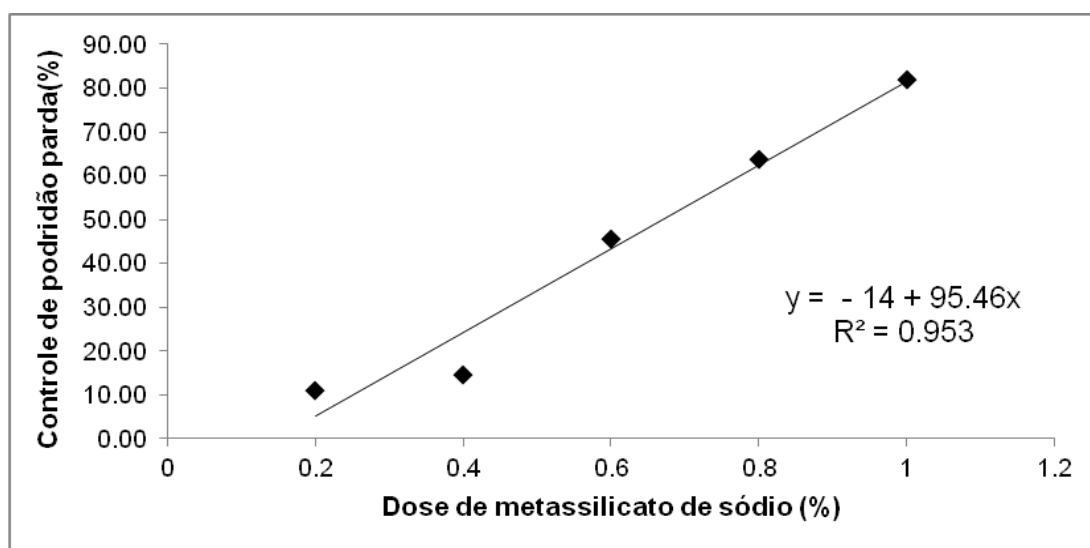


FIGURA 13. Controle de podridão parda em pêssegos 'Eragil' tratados com diferentes concentrações de metassilicato de sódio, variando de 0,2 a 1%. Vacaria, 2012.

Os tratamentos com oxiclóreto de cálcio não apresentaram respostas satisfatórias, pois em todas as concentrações testadas, a porcentagem de controle foi inferior a 25% (Figura 14).

Esse fato pode ter ocorrido porque as concentrações utilizadas são menores do que as concentrações comumente usadas e indicadas na literatura. No estudo realizado por Abreu (2006), foram testadas as concentrações de 0,1; 0,2 e 0,3g.L⁻¹ de hipoclorito de cálcio e a redução da incidência de podridão parda ficou acima de 90% em pêssegos sem ferimentos, previamente inoculados.

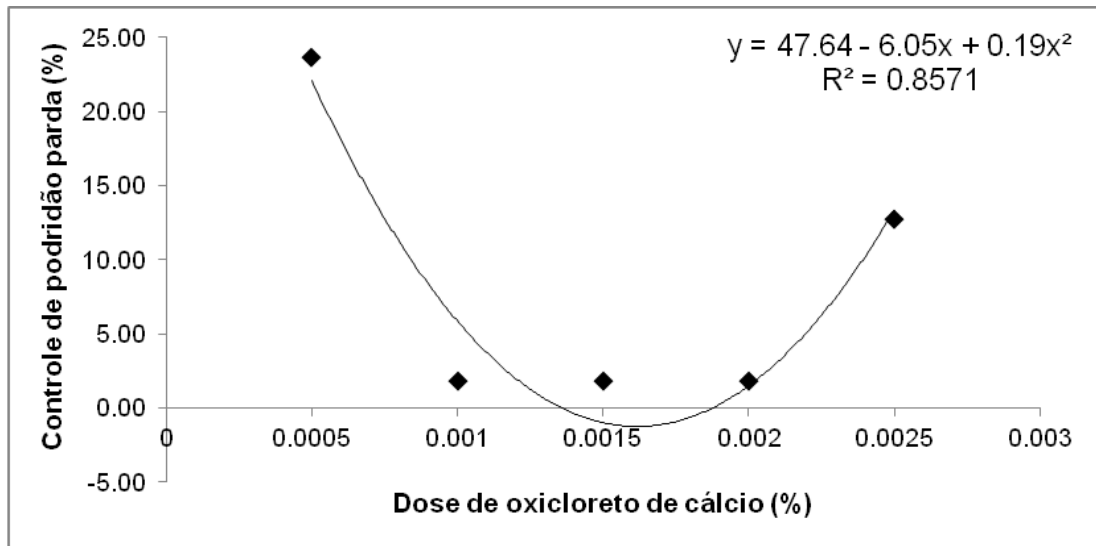


FIGURA 14. Controle de podridão parda em pêsegos 'Eragil' tratados com diferentes concentrações de oxicloreto de cálcio. Vacaria, 2012.

Nos frutos tratados com de *B. subtilis* nas concentrações de 2,0 e 2,5%, observou-se eficiência de controle da podridão parda, pois houve redução em 72,73 e 81,82%, respectivamente (Figura 15).

Os resultados obtidos demonstram que *B. subtilis* apresenta potencial para ser utilizado como agente biocontrolador de podridão parda em pós-colheita. Há indicações na literatura que concluíram de maneira semelhante ao que foi observado no presente trabalho. Por exemplo, Pusey & Wilson (1984) e Yáñez-Mendizábal *et al* (2012) relataram que este agente biocontrole foi eficiente para controlar podridão parda em frutas de caroço.

Nos testes realizados por Zhou *et al.* (2008) foi avaliada a ação de diversos microrganismos no controle de infecções causadas por *M. fructicola* em pêsegos e maçãs. Os autores determinaram que alguns destes microrganismos, incluindo bactérias do gênero *Bacillus*, apresentaram inibição de podridão parda acima de 50%.

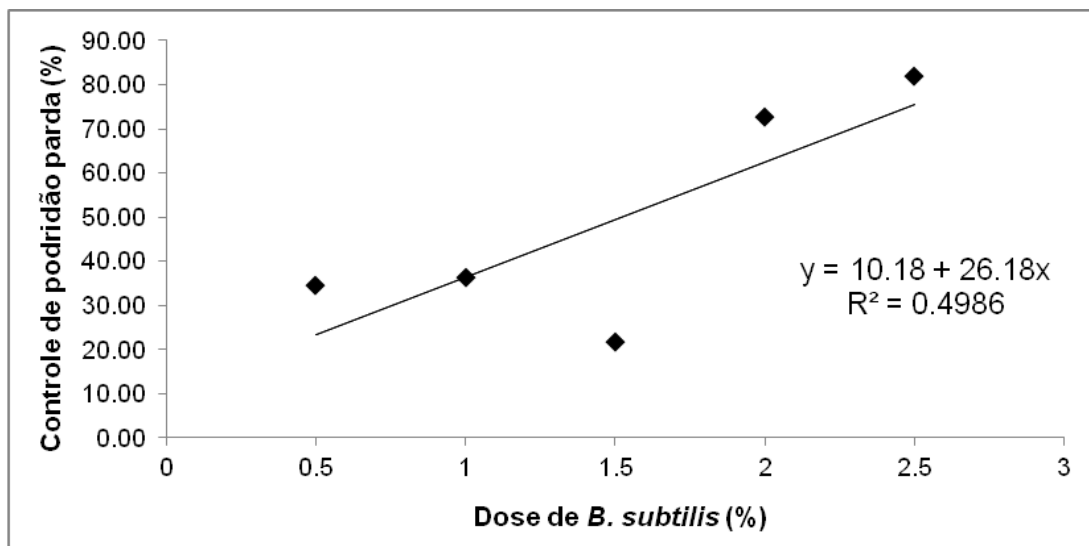


FIGURA 15. Controle de podridão parda em pêssegos 'Eragil' tratados com diferentes concentrações de *B. subtilis*. Vacaria, 2012.

Os resultados alcançados nesses experimentos incentivam a continuidade da pesquisa com os métodos alternativos testados. Principalmente, para adequar a metodologia de aplicação, de forma que possa ser utilizada no processamento de pêssegos antes da embalagem no *packinghouse*.

4.4 Tratamentos alternativos para controle de podridão parda aplicados na linha comercial de seleção de pêssegos 'Chiripá' (2012)

Os pêssegos cv. Chiripá tratados com UV-C na dose de $0,1153\text{kJ.m}^{-2}$ apresentaram menor incidência de podridão, diferindo significativamente das duas testemunhas. O controle da incidência de podridão parda em relação ao tratamento testemunha inoculada obtido com essa dose de radiação foi de 83,3%. Apesar do tratamento realizado com metassilicato não diferir estatisticamente das testemunhas quanto à incidência de podridão, alcançou

70,9% de controle em relação à testemunha inoculada (Tabela 2).

TABELA 2. Incidência e controle de podridão parda em pêssegos 'Chiripá' tratados na pós-colheita com métodos de controle alternativo para podridão parda. Porto Alegre, 2012.

Tratamentos	Incidência de podridão parda (%)	Controle de podridão parda (%) ²
Testemunha inoculada	24,8 a ¹	-
Testemunha sem inocular	26,0 a	-
UV-C (0,1153kJ.m ⁻²)	4,4 b	83,3
UV-C (0,0461kJ.m ⁻²)	15,2 ab	38,7
Oxicloreto de cálcio (0,001%)	14,4 ab	41,9
Metassilicato de sódio (0,8%)	7,2 ab	70,9
<i>B. subtilis</i> (2%)	14,8 ab	40,3
F	4,14	ns

¹Médias de cinco repetições seguidas de letras iguais não diferenciam estatisticamente entre si pelo teste Tukey ($P > 0,05$). ²Percentual de controle em relação à testemunha inoculada.

Os tratamentos com radiação na dose de 0,0461kJ.m⁻² de UV-C, oxicloreto de cálcio e *B. subtilis* não foram eficientes para reduzir a incidência da podridão parda em pêssegos 'Chiripá' no período após a colheita. O controle da incidência de podridão exercido pelos tratamentos com radiação na dose de 0,0461kJ.m⁻² de UV-C, oxicloreto de cálcio e *B. subtilis* em relação à testemunha inoculada ficou próximo à 40%.

As doses de radiação UV-C testadas no presente trabalho são menores do que as doses de radiação utilizadas em estudos realizados por Li *et al.* (2010) para controlar podridão parda em peras 'Yali' inoculadas artificialmente. Este procedimento de aplicação de uma dose de radiação menor permite o uso de radiação UV-C para o controle de podridão parda em uma linha de

seleção de frutos sem comprometer a agilidade do processo de classificação e embalagem da fruta. Portanto, o sistema de controle por radiação pode ser incorporado aos procedimentos pós-colheita sem se tornar um gargalo na movimentação da fruta dentro do *packing house*.

Não foram encontradas referências ao uso de fontes de silício como tratamento prévio à embalagem de pêssegos. Contudo, no trabalho realizado por Yang *et al.* (2010), foi constatado que a combinação entre o silício e a quitosana exerceu maior inibição do desenvolvimento de *M. fructicola* e da incidência de podridão do que quando estes produtos foram aplicados individualmente.

Esta observação sugere que outros testes poderiam ser realizados, utilizando doses maiores de metassilicato sódico ou associá-lo com outros métodos, para determinar a sua eficiência de controle.

No caso da aplicação de *B. subtilis*, Pusey & Wilson (1984) constataram que apenas uma cepa do agente biocontrolador foi capaz de reduzir a incidência e a severidade de podridão parda em pêssegos, nectarinas, ameixas e damascos. Entretanto, no estudo realizado por Casals *et al.* (2010), a aplicação de *B. subtilis* não inibiu significativamente o ataque de *M. laxa* em algumas das cultivares de pêssegos e nectarinas avaliadas nos experimentos destes autores.

A baixa concentração de oxiclreto de cálcio, que é composto por hipoclorito de cálcio, pode ter contribuído para pouca eficiência do produto. Pois, quando testado por Abreu (2006), doses de 0,1; 0,2 e 0,3g.L⁻¹ de hipoclorito de cálcio reduziram em 90% a incidência de podridão parda de pêssegos sem ferimentos inoculados artificialmente.

A aplicação dos diversos tratamentos para controle da incidência de podridões não influenciaram as variáveis qualitativas dos pêssegos (Tabela 3). Os frutos tratados com $0,1153\text{kJ.m}^{-2}$ de UV-C apresentaram maior valor de firmeza de polpa, em comparação com as duas testemunhas e, nenhum dos tratamentos alterou o teor de sólidos solúveis, a acidez titulável e o teor de vitamina C dos frutos.

TABELA 3. Parâmetros de qualidade de pêssegos 'Chiripá' tratados na pós-colheita com métodos de controle alternativo para podridão parda. Porto Alegre, 2012.

Tratamentos	Firmeza da polpa (N)	Sólidos Solúveis (°Brix)	Acidez Titulável (%)	Teor de Vit. C (mg.100g^{-1})
Testemunha inoculada	6,06 b ¹	14,85	0,362	0,445
Testemunha sem inocular	4,50 b	14,77	0,368	0,509
UV-C ($0,1153\text{kJ.m}^{-2}$)	10,39 a	15,06	0,352	0,503
UV-C ($0,0461\text{kJ.m}^{-2}$)	7,08 ab	14,94	0,344	0,479
Oxicloreto de cálcio (0,001%)	6,44 ab	14,99	0,350	0,462
Metassilicato de sódio (0,8%)	6,58 ab	14,66	0,336	0,376
<i>B. subtilis</i> (2%)	7,31 ab	15,03	0,338	0,552
F	3,47	ns	ns	ns

¹Médias de cinco repetições seguidas de letras iguais na coluna não diferenciam estatisticamente entre si pelo teste Tukey ($P > 0,05$). ns= não significativo.

Quanto à cor de fundo da epiderme de pêssegos, não houve variação da medida de luminosidade (L^*), também não houve diferença entre os valores da medida a^* , que ficaram próximos à neutralidade (zero). Já, para a medida b^* , cujos valores positivos representam a cor amarela, o valor da testemunha sem inocular diferiu do tratamento com de UV-C e do tratamento com oxicloreto de cálcio (Tabela 4).

TABELA 4. Cor de fundo da epiderme de pêssegos 'Chiripá' tratados na pós-colheita com métodos de controle alternativo para podridão parda. Porto Alegre, 2012.

Tratamentos	Cor		
	L*	a*	b*
Testemunha inoculada	72,46	-2,76 a	34,44 abc
Testemunha sem inocular	71,61	-0,68 a	35,94 a
UV-C (0,1153kJ.m ⁻²)	71,03	-1,10 a	33,55 abc
UV-C (0,0461kJ.m ⁻²)	70,35	0,93 a	32,71 c
Oxicloreto de cálcio (0,001%)	70,32	1,16 a	32,90 bc
Metassilicato de sódio (0,8%)	71,68	-3,37 a	35,10 abc
<i>B. subtilis</i> (2%)	70,50	-3,28 a	35,39 ab
F	ns	2,60	4,56

[†]Médias de cinco repetições seguidas de letras iguais na coluna não diferenciam estatisticamente entre si pelo teste Tukey ($P > 0,05$). ns= não significativo.

Segundo Benato *et al.* (2006), podem ocorrer algumas alterações nas paredes celulares e nas membranas plasmáticas e do vacúolo de células que estão localizados na superfície dos frutos. Também, González-Aguilar *et al.* (2007) relataram que houve redução de ácido ascórbico em mangas tratadas com radiação UV-C. Entretanto, no presente experimento, não foram constatadas alterações em variáveis de qualidade nos pêssegos devido ao uso da radiação UV-C, uma vez que foram utilizadas doses relativamente baixas que exigiam um curto período de exposição.

4.5 Tratamentos alternativos para controle de podridão parda aplicados na linha comercial de seleção de pêssegos 'Chiripá' (2013)

A incidência de podridão não apresentou diferenças entre os tratamentos. Todavia, foram determinadas diferenças entre os tratamentos quanto à porcentagem de controle em relação à testemunha inoculada (Tabela 5). O tratamento com a concentração de 1% de metassilicato foi o que apresentou melhor efeito no controle de podridão parda. A aplicação deste tratamento resultou em um controle de 89,42%.

TABELA 5. Incidência e controle de podridão parda em pêssegos 'Chiripá' tratados na pós-colheita com métodos de controle alternativo para podridão parda. Porto Alegre, 2013.

Tratamentos	Incidência de podridão parda (%)	Controle de podridão parda (%)²	
Testemunha inoculada	7,88 ¹	-	
Testemunha s/inocular	6,21	-	
UV-C (0,1523kJ.m ⁻²)	7,06	19,20	b
UV-C (0,1071kJ.m ⁻²)	5,42	32,41	b
Metassilicato de sódio (0,8%)	5,43	32,19	b
Metassilicato de sódio (1%)	0,83	89,42	a
Oxicloreto de cálcio (0,008%)	3,73	58,00	ab
<i>Bacillus subtilis</i> (2%)	5,76	36,41	ab
F	ns	3,90	

¹Médias de cinco repetições seguidas de letras iguais não diferenciam estatisticamente entre si pelo teste Tukey ($P > 0,05$). ²Controle em relação à testemunha inoculada.

Os resultados do presente trabalho corroboram com o que foi obtido em estudos realizados por Qin & Tian (2005) com cerejas. Os autores constataram que o silício na forma de metassilicato de sódio tem capacidade para inibir *M. fructicola* e reduzir a incidência de podridão parda. Além disso, Guo *et al.* (2007) afirmam que o silício tem potencial antifúngico para ser

utilizado em pós-colheita de produtos hortícolas.

Segundo Liu *et al.* (2010), o efeito antifúngico do silício se deve aos danos que pode causar na membrana dos esporos do fungo. Os autores ainda afirmam que o silício na forma de silicato de sódio é capaz de controlar a incidência de bolor verde em frutos cítricos.

Nos experimentos realizados por Stevens *et al.* (1996), algumas doses de radiação UV-C entre 0,84 e 40kJ.m⁻² reduziram a incidência de podridão parda em pêsego e maçã. Entretanto, Basseto *et al.* (2007) não obtiveram resultados satisfatórios para o controle da doença em pêsegos com doses entre 1,04 e 31,32kJ.m⁻².

A ineficiência dos tratamentos com a radiação UV-C nesse ensaio pode ser devido às infecções que tenham acontecido ainda no pomar, pois o período anterior à colheita da fruta utilizada no experimento foi chuvoso. Caso o patógeno esteja estabelecido e tenha alcançado camadas abaixo da epiderme do fruto, a radiação UV-C pode não ter atingido diretamente o fungo, pois seu poder de penetração é baixo, assim não teve a inativação de suas estruturas (Guedes *et al.*, 2009).

O tratamento com *B. subtilis* mostrou-se pouco eficiente, pois reduziu a ocorrência de podridão parda em apenas 36,41%. Segundo Moreira (2005), este antagonista pode atrasar o aparecimento de sintomas, principalmente em regiões com ferimentos. Porém, pode ter sua eficiência comprometida, caso o patógeno tenha iniciado a colonização e o processo infeccioso.

Ainda, Casals *et al.* (2012) realizaram um trabalho com *B. subtilis* com o objetivo de verificar o seu efeito sobre a ocorrência de podridão parda causada *M. fructicola* em pêsegos e nectarinas, sob duas condições de

armazenamento, cinco dias a 20°C e sete dias a 0°C seguido de mais cinco dias a 20°C. Os autores constataram que *B. subtilis* foi eficiente apenas quando os frutos ficaram armazenados por cinco dias a 20°C.

A forma e o momento de aplicação dos tratamentos com *B. subtilis* e oxiclureto de cálcio ainda precisam ser estudadas de forma mais minuciosa, pois o intervalo entre a aspersão dos frutos e a sua passagem pelas escovas da máquina de seleção foi curto. Esse fato pode ter impedido a ocorrência de uma melhor interação entre o produto e o fungo, não permitindo a ação de controle.

A inoculação artificial dos frutos não teve influência no aumento de incidência de podridão, pois a incidência de podridão parda da testemunha inoculada foi semelhante à testemunha que não foi inoculada. Esse fato sugere que as escovas da máquina podem ter removido o inóculo superficial e que, provavelmente, os tratamentos realizados podem ter atuado sobre infecções ocorridas no campo. Entretanto, o propágulo do fungo presente na superfície do fruto pode se removido e ficar depositado na escova e, depois, ser conduzido para um fruto sadio e gerar nova infecção. Por isso é importante que a máquina onde os frutos sejam processados tenha uma limpeza adequada para suprimir possíveis fontes de inóculo.

Na maioria das vezes, as podridões dos pêssegos têm origem nas infecções primárias que ocorrem ainda no pomar e, portanto, podem gerar infecções secundárias durante o armazenamento e transporte (Machado *et al.*, 2005). Por isso, os métodos de controle alternativo em pós-colheita poderiam fazer parte de um manejo integrado com práticas em pré-colheita.

Além disso, segundo Martins *et al.* (2006), as medidas adotadas em

pós-colheita servem para manter a qualidade do fruto colhido, pois não há como minimizar todas as falhas cometidas nas etapas anteriores da cadeia produtiva.

5 CONCLUSÕES

A radiação UV-C, metassilicato de sódio, oxiclreto de cálcio e *B. subtilis* apresentam potencial para controlar *M. fructicola*. Quando aplicados *in vitro* ou em condições controladas são capazes de inibir o desenvolvimento do fungo.

O efeito dos tratamentos com UV-C e metassilicato de sódio apresenta variação entre os resultados das duas safras, quando aplicados na linha comercial de seleção de frutos.

As concentrações de oxiclreto de cálcio e *B. subtilis* testadas não apresentam efeito satisfatório para o controle de podridão parda em pós-colheita de pêssegos, porém a forma de aplicação também pode ter influência.

Os tratamentos testados não causam danos ao fruto e não alteram os principais parâmetros de qualidade, como a firmeza de polpa, sólidos solúveis e acidez titulável.

Sugere-se a realização de trabalhos futuros que considerem o aprimoramento das técnicas de aplicação desses tratamentos, para um melhor aproveitamento do potencial antifúngico demonstrado nesse trabalho.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, F. M. **Quantificação de danos e controle pós-colheita de podridão parda (*Monilinia fructicola*) e podridão mole (*Rhizopus stolonifer*) em pêssego**. 2006. 49 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

ABREU, F. M. et al. Efeito de sanificantes no controle pós-colheita da podridão parda (*Monilinia fructicola*) e da podridão mole (*Rhizopus stolonifer*) em pêssegos. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 34, n. 1, p. 83-85, 2008.

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5th ed. Elsevier. San Diego: Academic Press, 2005. 922 p.

ARAÚJO, L.; STADNIK, M. J. Processo infeccioso e atividade de enzimas em plântulas de macieira de genótipo resistente ou suscetível à mancha foliar de *Glomerella* causada por *Colletotrichum gloeosporioides*. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 36, n. 4, p. 241-248, 2011.

BARTNICKI, V. A. et al. Tratamentos hidrotérmico e com radiação UV-C no controle pós-colheita da podridão olho-de-boi em uma linha comercial de seleção de maçãs. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 3, p. 737-745, 2011.

BASSETTO, E. et al. Efeito da Irradiação UV-C no Controle da podridão parda (*Monilinia fructicola*) e da podridão mole (*Rhizopus stolonifer*) em pós-colheita de pêssegos. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 5, p. 393-399, 2007.

BENATO, E. A.; CIA, P.; CAMILI, E. C. Controle físico. In: OLIVEIRA, S. M. A. et al. **Patologia pós-colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. p. 172-189.

BINTSIS, T.; LITOPOULOU-TZANETAKI, E.; ROBINSON, R. K. Existing and potential applications of ultraviolet light in the food industry – a critical review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 80, p. 637-645, 2000.

CARVALHO, V. L. et al. Alternativas de controle pós-colheita da podridão parda e da podridão mole em frutos de pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 078-083, 2009.

CASALS, C. et al. Combination of hot water, *Bacillus subtilis* CPA-8 and sodium bicarbonate treatments to control postharvest brown rot on peaches and nectarines. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 128, n. 1, p. 51-63, 2010.

CASALS, C. The combination of curing with either chitosan or *Bacillus subtilis* CPA-8 to control brown rot infections caused by *Monilinia fructicola*. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 64, p. 126-132, 2012.

DANNER, M. A. et al. 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.

DEMIRCI, A.; PANICO, L. Pulsed ultraviolet light. **Food Science and Technology International**, London, v. 14, n. 5, p. 443-446, 2008.

EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. **Proceedings National Academy Science**, Washington, v. 91, p. 11-17, 1994.

ERKAN, M.; WANG, C. Y. KRIZEK, D. T. UV-C irradiation reduces microbial populations and deteriorations in *Cucurbita pepo* fruit tissue. **Environmental and Experimental Botany**, Oxford, v. 45, p. 01-09, 2001.

FACHINELLO, J. C. et al. Situação e perspectiva da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, p. 109-120, 2011. Volume especial.

FELICIANO, A.; FELICIANO, A. J.; OGAWA, J. M. *Monilinia fructicola* resistance in peach cultivar Bolinha. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 77, n. 6, p.776-780, 1987.

FERREIRA, H. A. **Silício no controle da mancha-aquosa em meloeiro (*Cucumis melo* L.)**. 2009. 82 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

FISCHER, I. H. et al. Doenças e características físico-químicas pós-colheita em pêssego 'Régis' produzido em Presidente Prudente-SP. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 627-632, 2010.

FORTES, J. F.; BETTIOL, W. Controle biológico e químico de *Monilinia fructicola*, com tratamentos pós-colheita de pêssegos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 30., 1997, Poços de Caldas. **Anais...** Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 1997. p. 264. Suplemento.

FORTES, J. F.; MARTINS, O. M. Sintomatologia e controle das principais doenças. In: MEDEIROS, C. A. B.; RASEIRA, M. C. B. **A cultura do pessegueiro**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1998. p. 243-264.

FORTES, J. F. Principais doenças. In: RASEIRA, M. C. B.; CENTELLAS-QUEZADA, A. **Pêssego**: produção. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2003. 162 p. (Frutas do Brasil, 49).

GELL, I. et al. Relationship between the incidence of latent infections caused by *Monilinia* spp. and the incidence of brown rot of peach fruit: Factors affecting latent infection. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 121, p. 487-498, 2008.

GONÇALVES, F. P. Postharvest control of brown rot and *Rhizopus* rot in plums and nectarines using carnauba wax. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 58, p. 211-217, 2010.

GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. et al. Use of UV-C irradiation to prevent decay and maintain postharvest quality of ripe 'Tommy Atkins' mangoes. **International Journal of Food Science and Technology**, London, v. 36, p. 767-773, 2001.

GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A.; et al. Improving antioxidant capacity of fresh cut mangoes treated with UV- C. **Journal of Food Science**, Mysore, v. 36, p. S197-S202, 2007.

GUEDES, A. M. M. et al. Tecnologia de ultravioleta para preservação de alimentos. **Boletim do Centro de Pesquisas de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 27, n. 1, p. 59-70, 2009.

GUERRERO-BELTRÁN, J. A.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V. Review: advantages and limitations on processing foods by UV light. **Food Science and Technology International**, London, v. 3, n. 10, p. 137-147, 2004.

GUO, Y. Use of silicon oxide and sodium silicate for controlling *Trichothecium roseum* postharvest rot in Chinese cantaloupe (*Cucumis melo* L.). **International Journal of Food Science and Technology**, London, v. 42, n. 8, p. 1012 -1018, 2007.

HANADA, R. E.; GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J. C. R. Eficiência de desinfestantes na erradicação de conídios de *Mycosphaerella fijiensis* aderidos à superfície de bananas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 94-96, 2004.

HOFFMANN, G. L.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M. Inibição da germinação de conídios de *Cryptosporiopsis perennans* por hipoclorito de cálcio e *Bacillus subtilis*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 45., 2012, Manaus. **Anais...** Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2012. 1 CD-ROM. Suplemento.

KARABULUT, O. A. Control of Brown roto f Stone fruits by brief heated ater immersion treatments. **Crop Protection**, Oxford, v. 29, p. 903-906, 2010.

KESKE, C.; AMORIM, L.; MAY-DE MIO, L. L. Peach brown rot incidence related to pathogen infection at different stages of fruit development in an organic peach production system. **Crop Protection**, Oxford, v. 30, p. 802-806, 2011.

LI, J. et al. Use of UV-C Treatment to inhibit the microbial growth and maintain the quality of Yali pear. **Journal of Food Science**, Mysore, v. 75, n. 7, p. m503-m507, 2010.

LI, W. et al. Effects of postharvest sodium silicate treatment on pink rot disease and oxidative stress-antioxidative system in muskmelon fruit. **European Food Research and Technology**, Berlin, v. 234, p. 137-145, 2012.

LI, Y. C. et al. Antifungal activity of sodium silicate on *Fusarium sulphureum* and its effect on dry rot of potato tubers. **Journal of Food Science**, Mysore, v. 74, n. 5, p. m213-m218, 2009.

LIU, J. et al. Plasma membrane damage contributes to antifungal activity of silicon against *Penicillium digitatum*. **Current Microbiology**, New York, v. 61, n. 4, p. 274-279, 2010.

LIU, J et al. Effect of heat treatment on inhibition of *Monilinia fructicola* and induction of disease resistance in peach fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 65, p. 61-68, 2012.

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

MADAIL, J. C. M.; RASEIRA, M. C. B. **Aspectos da produção e mercado do pêssego no Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 14 p. (Circular técnica, 80).

MANZOCCO, L.; DA PIEVE, S.; MAIFRENI, M. Impact of UV-C light on safety and quality of fresh-cut melon. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, Amsterdam, v. 12, p. 13–17, 2011.

MARQUENIE, D. et al. Inactivation of conidia of *Botrytis cinerea* and *Monilinia fructigena* using UV-C and heat treatment. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 74, p. 27-35, 2002a.

MARQUENIE, D. et al. Using survival analysis to investigate the effect of UV-C and heat treatment on storage rot of strawberry and sweet cherry. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 73, p. 187-196. 2002b.

MARQUENIE, D. et al. Combinations of pulsed white light and UV-C or mild heat treatment to inactivate conidia of *Botrytis cinerea* and *Monilia fructigena*. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 85, p. 185-196, 2003.

MARTINS, M. C. et al. Doenças das rosáceas de caroço. In: KIMATI, H. et al. (Ed.) **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2, p. 545-557.

MARTINS, M. C. et al. Quantificação de danos pós-colheita em pêssegos no mercado atacadista de São Paulo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 5-10, 2006.

MAY-DE MIO, L. L.; GARRIDO, L.; UENO, B. Doenças de fruteiras de caroço. In: MONTEIRO, L. B. et al. **Fruteiras de caroço: uma visão ecológica**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2004. p. 169-221.

MAY-DE MIO, L. L. et al. Infecção de *Monilinia fructicola* no período da 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.

MEDEIROS, E. A. A. **Deterioração pós-colheita da mandioca minimamente processada**. 2009. 101 f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

MOREIRA, L. M. et al. Controle em pós-colheita de *Monilinia fructicola* em pêssegos. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 4, p. 395-398, 2002.

MOREIRA, L. M. **Alternativas de controle integrado da podridão parda do pessegueiro**. 2005. 129 f. Tese (Doutorado em Agronomia), Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

MOREIRA, L. M.; MAY-DE MIO, L. L. Efeito de fungos antagonistas e produtos químicos no controle da podridão parda em pomares de pessegueiro. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 36, n. 2, p. 287-293, 2006.

NIGRO, F.; IPPOLITO, A.; LIMA, G. Use of UV-C light to reduce *Botrytis* storage rot of table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 13, p. 171-181, 1998.

NUNES, C. A. Biological control of postharvest diseases of fruit. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 133, p. 181-196, 2012.

OGAWA, J. M. et al. **Compendium of stone fruit diseases**. Saint Paul: APS Press, 1995.

OLIVEIRA, M. A.; CEREDA, M. P. Pós-colheita de pêssegos (*Prunus pérsica* L. Bastsch) revestidos com filmes a base de amido como alternativa à cera comercial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, p. 28-33, 2003. Suplemento.

- PÁN, J. et al. Combined use of UV-C irradiation and heat treatment to improve postharvest life of strawberry fruit. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 84, p. 1831-1838, 2004.
- PUSEY, P. L.; WILSON, C. L. Postharvest biological control of stone fruit brown rot by *Bacillus subtilis*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 68, p. 753-756, 1984.
- QIN, G. Z.; TIAN, S. P. Enhancement of biocontrol activity of *Cryptococcus laurentii* by silicon and the mechanisms involved. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 95, n. 1, p. 69-75, 2005.
- ROMEIRO, R. S. **Controle biológico de enfermidades de plantas: fundamentos**. Viçosa: UFV. 2007. 269 p.
- SACHS, S.; CAMPOS, A. D. Origem e história, classificação botânica, descrição da planta. In: MEDEIROS, C. A. B.; RASEIRA, M. C. B. **A cultura do pessegueiro**. Pelotas: Embrapa CPAT, 1998. p. 13-19.
- SANTOS, J.; RASEIRA, M. C. B.; ZANANDREA, I. Resistência à podridão parda em pessegueiro. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 2, p. 219-225, 2012.
- SAUTTER, C. K. et al. Controle da podridão-parda e características físico-químicas de pêssegos 'Magnum' submetidos a tratamentos pós-colheita com elicitores abióticos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 2, p. 172-177, 2011.
- SENHOR, R. F. et al. Manejo de doenças pós-colheita. **Revista Verde**, Mossoró, v. 4, n. 1, p. 00-13, 2009.
- SHARMA, R. R.; SINGH, D.; SINGH, R. Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables by microbial antagonists: a review. **Biological Control**, San Diego, v. 50, p. 205-221, 2009.
- SILVEIRA, N. S. S. et al. Doenças fúngicas pós-colheita em frutas tropicais: patogênese e controle. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 18, n. 4, p. 283-299, 2005.
- STEVENS, C. et al. Plant hormesis induced by ultraviolet light C for controlling postharvest diseases of tree fruits. **Crop Protection**, Oxford, v. 15, n. 2, p. 129-134, 1996.
- STEVENS, C. et al. The germicidal and hermetic effects of UV-C light on reducing brown rot disease and yeast microflora of peaches. **Crop Protection**, Oxford, v. 17, n. 1, p. 75-84, 1998.
- TERAO, D. et al. Refrigeração associada à sanitização no controle integrado da podridão em melão. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 3, p. 121-128, 2007.

TEREDA, M. et al. Differential rapid analysis of ascorbic acid and ascorbic acid 2- sulfate by dinitrophenylhydrazine method. **Analytical Biochemistry: Methods in the Biological Sciences**, Orlando, v. 84, p. 604-608, 1978.

TIECHER, A. et al. Efeito da radiação ultravioleta-C no controle de *Monilinia fructicola*. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 1, p. 50-55, 2010.

VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M.; MAIA, L. **Utilização da luz ultravioleta (UV-C) na proteção de maçãs Fuji da podridão por *Penicillium expansum***. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2001. 20 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 10).

WAGNER JR., A. et al. Divergência genética em pessegueiros quanto à reação à podridão parda em frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. E., p. 555-557, 2011.

XU, X. M.; GUERIN, L.; ROBINSON, D. Effects of temperature and relative humidity on conidial germination and viability, colonization and sporulation of *Monilinia fructigena*. **Plant Pathology**, Oxford, v. 50, p. 561-568, 2001.

YANG, L. et al. Synergistic effect of oligochitosan and silicon on inhibition of *Monilinia fructicola* infections. **Journal of Science Food and Agriculture**, London, v. 90, p. 630-634, 2010.

YÁNEZ-MENDIZÁBAL, V. et al. Biological control of peach brown rot (*Monilinia* spp.) by *Bacillus subtilis* CPA-8 is based on production of fengycin-like lipopeptides. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 132, p. 609-619, 2012.

YU, T. et al. Biocontrol of blue and gray mold diseases of pear fruit by integration of antagonistic yeast with salicylic acid. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 116, p. 339-345, 2007.

ZANETTE, F.; BIASI, L. A. Introdução a fruteiras de caroço. In: MONTEIRO, L. B. et al. **Fruteiras de caroço: uma visão ecológica**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2004. p. 1-4.

ZHENG, X. D.; ZHANG, Y.; SUN, P. Biological control of postharvest green mold decay of oranges by *Rhodotorula glutinis*. **European Food Research and Technology**, Heidelberg, v. 220, p. 353-357, 2005.

ZHOU, T.; SCHNEIDER, K.; LI, X. Z. Development of biocontrol agents from food microbial isolates for controlling post-harvest peach Brown rot caused by *Monilinia fructicola*. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 126, p. 180-185, 2008.