

# Caracterização e controle das doenças de maçãs em pós-colheita



Rosa Maria Valdebenito Sanhueza<sup>1</sup>  
Vinícius Adão Bartnicki<sup>2</sup>  
Ângela Diniz Campos<sup>3</sup>  
Mara Regina Rizzati<sup>4</sup>

## 1. INTRODUÇÃO

### Controle das podridões de pós-colheita em maçãs com produtos biológicos

As podridões são responsáveis por grande parte das perdas de maçãs durante o período de pós-colheita. Estas doenças são causadas por um grupo de patógenos conhecidos como característicos de pós-colheita e incluem principalmente *Alternaria*, *Botrytis cinerea* e *Penicillium*, e por outro que é associado às doenças de verão. Os organismos que causam estas doenças são *C. gloeosporioides* e *C. acutatum* (podridão amarga), *Botryosphaeria dothidea* (podridão branca) e *Cryptosporiopsis perennans* (olho-de-boi) e manchas das maçãs conhecidas como fuligem e sujeira-de-mosca (VALDEBENITO SANHUEZA et al., 2002).

Os métodos de controle dos patógenos de pós-colheita (*Penicillium*, *Botrytis* e *Alternaria*) são bem conhecidos no Brasil e incluem medidas que assegurem a menor suscetibilidade dos frutos às infecções e à diminuição do inóculo inicial. Nestas medidas são listadas a colheita dos frutos no estágio adequado para a cultivar, higiene nas embalagens, sacolas de colheita e nas instalações onde se manuseia as maçãs, a desinfestação da água de lavagem dos frutos e do ambiente com produtos que contêm cloro orgânico, a desinfestação das maçãs e da água com radiação UV-C, o uso de fungicidas em pré-colheita e a utilização de atmosfera controlada (VALDEBENITO SANHUEZA, 1991 e 2001; VALDEBENITO SANHUEZA; MAIA, 2001; VALDEBENITO SANHUEZA et al., 2002 e 2006).

---

<sup>1</sup> Eng. Agrônoma, Pesquisadora da PROTERRA, BR 116, nº 7320 – Sala 02, CEP 95200-000, Vacaria, RS. E-mail: rosamaria@proterra.agr.br

<sup>2</sup> Tecnólogo em Agropecuária, Aluno de Doutorado da Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Avenida Luis de Camões, 2090, CEP 88520-000, Lages, SC. E-mail: vinibart@hotmail.com

<sup>3</sup> Eng. Agrônoma, Pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Caixa Postal 403, CEP 96010-971, Pelotas, RS. E-mail: angela@cpact.embrapa.br

<sup>4</sup> Física, Professora da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Caixa Postal 1429, CEP 90619-900, Porto Alegre, RS. E-mail: marar@pucls.br

O controle químico destas doenças é feito com fungicidas de ação sistêmica ou mesosistêmica (benzimidazóis, estrobilurinas, anilino pirimidinas) e de contato (ftalimidas, ditiocarbamatos, etc.) que atuam na sua maior parte como preventivos e que são aplicados a partir do fim da primavera e até a colheita. Pesquisas feitas têm mostrado que a maior incidência da infecção de maçãs no campo ocorre nos últimos 45 dias antes da colheita, vista a disponibilidade do inóculo dos patógenos e o aumento da suscetibilidade da fruta. Desta forma, o tratamento das plantas neste período é uma estratégia importante para proteger os frutos que será mantida posteriormente nas câmaras frias.

Os mecanismos de biocontrole das doenças de frutos em pós-colheita têm sido estudados em vários trabalhos e o mais freqüentemente citado é a competição por nutrientes e por sitio de infecção, condição que resulta da alta eficácia dos antagonistas para a colonização dos ferimentos (ROBERTS, 1990; DROBY et al., 1991; JANISIEWICZ et al., 1994).

Os primeiros trabalhos para redução da incidência das podridões que ocorrem em pós-colheita de maçãs e peras deram ênfase ao uso de bactérias e posteriormente têm sido mais freqüentes os relatos de leveduras dado que as leveduras constituem grande parte da população epífita nos frutos.. Nos antagonistas selecionados para o controle desses patógenos destacam-se *Pseudomonas* sp. e *Bacillus* sp.e diversas espécies de leveduras como *Sporobolomyces roseus*, *Hanseniospora uvarum*, *Pichia guilliermondii*, *Candida oleophila*, *Metschnikowia pulcherrima*, *Cryptococcus laurentii* e *Debaryomyces hansenii* (DROBY et al.,1991; JANISIEWICZ, 1991; ROBERTS, 1990).

Os primeiros relatos de controle biológico de doenças pós-colheita de maçãs no Brasil citam a avaliação de *Bacillus spp* e de *Pichia membranifaciens*, além de outras leveduras não identificadas (VALDEBENITO SANHUEZA et al., 1992; VALDEBENITO SANHUEZA; CATTANIO, 2003). Resultados recentes mostraram a eficácia do biocontrole de *Penicillium expansum* em maçãs. Neste caso nas leveduras obtidas da flora epífita de maçãs 'Fuji', foram selecionadas aquelas com potencial antagonístico à *P. expansum* usando como critério de seleção, crescimento a baixa temperatura, ausência de desenvolvimento a 36-37°C e proteção de ferimentos de maçãs 'Fuji' inoculadas simultaneamente com o candidato a antagonista e o patógeno. Os isolados obtidos foram comparados quanto à sua eficácia no controle da podridão das maçãs com três isolados de *C. membranifaciens* e com o iprodione. O antagonista selecionado foi identificado como *Cryptococcus laurentii*, isolado 36, que controla além de *Penicillium*, *Cryptosporiopsis perennans* e *Glomerella cingulata* nas concentrações de 10<sup>8</sup> a 10<sup>9</sup> cel/ml (BLUM et al., 2004).

Produtos comerciais para o biocontrole de fitopatógenos nas frutas são comercializados para uso em pós-colheita com o nome de BioSave, Serenade e Sonata. Trabalhos feitos em escala comercial, porém, tem conseguido sucesso nesta abordagem com leveduras como *Candida sake*, *Aureobasidium pullulans* e *R. glutinis*,mas não com *Cryptococcus infirmo-miniatus*.

Assim, o objetivo deste trabalho foi verificar, nas condições do Sul do Brasil, o impacto do uso dos produtos biológicos Serenade e Sonata, isoladamente ou associados ao fungicida fluquinconazole/Flint 500 WG (estrobilurina), na eficácia sobre o agente causal da podridão olho-de-boi, bem como na redução das podridões de maçãs mantidas em câmaras frigoríficas, tendo como referências a testemunha sem tratamento.

### **Controle das podridões de pós-colheita em maçãs com fungicidas**

A podridão olho-de-boi em frutos, causados pela fase anamórfica do fungo *Cryptosporiopsis sp.* [teleomorfo *Neofabreae perennans* Kienholz; sin. *Pezicula perennans* (KIENHOLZ DUGAN; ROBERTS; GROVE, 1939)], foi relatada pela primeira vez no Brasil em 1996 e a identificação referendada pela análise morfológica feita no Instituto de Micologia da Holanda (CBS). Atualmente, a doença está presente em todas as regiões produtoras de maçã do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, causando perdas de até 16% na cultivar 'Fuji' na fase de armazenamento dos frutos (VALDEBENITO SANHUEZA et al., 2006). O controle da doença tem como base a aplicação de fungicidas, principalmente na fase final de maturação dos frutos (VALDEBENITO SANHUEZA et al., 2006). Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de fungicidas e associações de produtos no controle de podridões de frutos.

### **Controle das podridões de pós-colheita em maçãs com tratamentos físicos**

Dentre as doenças que se manifestam em pós-colheita e causam maiores perdas de maçãs no Brasil estão o mofo azul (*Penicillium expansum*) e a podridão olho-de-boi (*Cryptosporiopsis perennans* / *Pezicula malicorticis*) (VALDEBENITO SANHUEZA et al., 2002). Os métodos de controle destes patógenos são bem conhecidos no Brasil e incluem medidas que assegurem a menor suscetibilidade dos frutos às infecções e a menor pressão de inóculo. Para o controle de *P. expansum* são listadas práticas culturais, a desinfestação da água de lavagem e do ambiente, o controle das estruturas do patógeno que colonizam a superfície das maçãs e das que estão suspensas na água com uso da radiação UV-C (na dose de 5,90 kJ m<sup>-2</sup>), a utilização de fungicidas em pré e pós-colheita e a armazenagem dos frutos sob condições de atmosfera controlada (VALDEBENITO SANHUEZA; MAIA, 2001).

Processos alternativos de desinfestação da água, que não utilizam cloro livre, podem ser empregados, tais como: cloraminas (cloro combinado), dióxido de cloro, ozonização, radiação ultravioleta (UV-C) e tratamento térmico (GORDON et al., 1993). A radiação ultravioleta com comprimento de onda próximo de 254 nanômetros (UV-C) age pela destruição de estruturas do patógeno, inibição da germinação ou retardo no desenvolvimento do fungo pela desnaturação protéica e desorganização da membrana plasmática (WOLFE, 1990). Esse comprimento de onda tem sido utilizado no tratamento de maçãs e outros vegetais (STEVENS et al., 1996) com doses eficazes para o controle de diferentes doenças, variando de 1,00 a 20,00 kJ m<sup>-2</sup>. A sensibilidade à radiação UV-C é variada, de modo que a dose de 5,40 kJ m<sup>-2</sup> foi eficiente contra a população epífita de *P. expansum* em maçãs 'Fuji'

(VALDEBENITO SANHUEZA; MAIA, 2001) e, em maçãs 'Golden Delicious', a dose de 7,50 kJ m<sup>-2</sup> foi a mais efetiva na redução da incidência total de podridões (STEVENS et al., 1996).

A ação da radiação UV-C pode ser pela redução dos propágulos na superfície do fruto ou, como relatado por Stevens et al. (2005), pela indução de resistência no hospedeiro. A exposição de maçãs por certo período à radiação UV-C promoveu o incremento no conteúdo de ácido ascórbico e aumentou a resistência dos frutos à podridão de *Alternaria* (STEVENS et al., 1991). Segundo Valdebenito Sanhueza e Maia (2001) o principal efeito da radiação UV-C no controle de doenças em maçãs refere-se à redução de propágulos pelo efeito germicida.

A inativação, pela ação da temperatura, das estruturas dos fungos presentes na superfície do fruto e/ou causando infecção quiescente depende de diversos fatores, tais como: natureza do patógeno, temperatura, tempo de tratamento, idade e conteúdo de umidade do esporo, fase da germinação, entre outros (BAKER; SMITH, 1979). Diversos patógenos têm mostrado inibição da germinação de conídios quando submetidos a temperaturas altas (40 a 70°C) (LURIE, 1998). O método hidrotérmico atinge esporos e infecções quiescentes presentes na superfície ou nas primeiras camadas celulares do fruto, de modo que muitos frutos toleram temperaturas de 50 a 60°C, por até 10 minutos, mas exposições por tempos menores a essas temperaturas podem controlar muitos patógenos de pós-colheita (LURIE et al., 1998). Diversos autores têm mostrado que a sensibilidade à temperatura varia em função do patógeno. Em maçãs 'Fuji', o tratamento dos frutos por aspersão de água aquecida a 53°C durante 30 segundos proporcionou eficiente controle de *Botryosphaeria dothidea* (OSTER, 2004). Dados prévios de sensibilidade a radiação UV-C e a água aquecida e para a desinfestação de *C. perennans* não foram encontrados na literatura. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a sensibilidade de *C. perennans* à água aquecida e à radiação UV-C, bem como os efeitos dos mesmos no controle do patógeno em maçãs 'Gala' e 'Fuji' em linha experimental e comercial de seleção.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Experimento 1: Controle da podridão olho-de-boi em pré e pós-colheita

#### 2.1.1. Avaliação do controle das podridões de pós-colheita com Serenade e Sonata em maçãs

Os tratamentos fungicidas foram aplicados em plantas da cv. 'Fuji' com 15 anos, plantadas na distância de 2 m x 4,5 m (900 plantas/ha) e com 3,5 m de altura. Os tratamentos foram feitos dois dias antes da colheita (10/04/2007). As caldas fungicidas foram aspergidas com pulverizador costal Jacto de 15 L e com bico J10, utilizando 1,2 L/planta.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições e parcelas de quatro plantas e as duas centrais úteis. Na colheita, 20

maçãs de cada parcela foram colocadas em câmara úmida a 22°C durante 15 dias para detecção da infecção latente, e outras 50 maçãs foram frigorificadas sob atmosfera do ar a 0-1°C durante quatro meses. Na avaliação foi registrado o número de frutos sadios, e com os diferentes tipos de podridões e determinados sintomas de fitotoxicidade. A descrição dos tratamentos avaliados é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Tratamentos de pré-colheita comparados para o controle das podridões de maçãs da cv. 'Fuji' em Vacaria, RS (2007)

| Tratamento                         | Dose em L ou kg/ha | Período (Dois dias antes da colheita) | Código   |
|------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|----------|
| Serenade ASO/ QST 713 <sup>1</sup> | 2                  | Pré-colheita                          | QST 713  |
| Serenade ASO/ QST 713              | 4                  | Pré-colheita                          | QST 713  |
| Serenade ASO/ QST 713              | 6                  | Pré-colheita                          | QST 713  |
| Sonata ASO/ QST 2808 <sup>2</sup>  | 2                  | Pré-colheita                          | QST 2808 |
| Sonata ASO/ QST 2808               | 4                  | Pré-colheita                          | QST 2808 |
| Sonata ASO/ QST 2808               | 6                  | Pré-colheita                          | QST 2808 |
| Testemunha                         | -                  | -                                     | -        |

#### Descrição dos produtos sob avaliação:

1. Nome do Produto Comercial: Serenade ASO. Ingrediente ativo: *Bacillus subtilis* QST 713
2. Nome do Produto Comercial: Sonata ASO. Ingrediente ativo: *Bacillus pumilus* QST 2808

#### 2.1.2. Avaliação da proteção das macieiras para controle das podridões de pós-colheita com fungicidas e com Serenade e Sonata em maçãs 'Fuji'

O trabalho foi conduzido na Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado da Embrapa Uva e Vinho, Vacaria, RS. Os tratamentos fungicidas foram aplicados em plantas da cv Fuji com 15 anos, plantadas na distância de 2 m x 4,5 m (900 plantas/ha) e com 3,5 m de altura. As caldas fungicidas foram aspergidas com pulverizador costal Jacto de 15 L e com bico J.10, utilizando 1,2 L/planta. As pulverizações foram feitas a partir de 21 de fevereiro e continuaram em 26/02; 09/03; 19/03 e 27/03/2007. A colheita ocorreu no dia 03/04/2007.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições e parcelas de quatro plantas e as duas centrais úteis. Na colheita, 20 maçãs de cada parcela foram colocadas em câmara úmida a 22°C durante 15 dias para detecção da infecção latente e outras 50 maçãs foram frigorificadas sob atmosfera do ar a 0-1°C durante quatro meses e posteriormente armazenadas sob condições de ambiente durante 25 dias. Nas avaliações foi registrado o número de frutos sadios e os com os diferentes tipos de podridões. Na colheita foi determinada a presença ou não de sintomas de fitotoxicidade nas plantas tratadas e nas maçãs. A descrição dos tratamentos avaliados é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Tratamentos semanais de pré-colheita para o controle das podridões de maçãs da cv. 'Fuji' em Vacaria, RS (2007)

| Tratamento                    | Dose/ha         | Período              | Código <sup>1/</sup> |
|-------------------------------|-----------------|----------------------|----------------------|
| Serenade / QST 713            | 2 L             | Tratamentos de verão | QST 713              |
| Serenade / QST 713            | 4 L             | Tratamentos de verão | QST 713              |
| Serenade / QST 713            | 6 L             | Tratamentos de verão | QST 713              |
| Sonata / QST 2808             | 2 L             | Tratamentos de verão | QST 2808             |
| Sonata / QST 2808             | 4 L             | Tratamentos de verão | QST 2808             |
| Flint 500 WG/ Trifloxystrobin | 150 mL          | Tratamentos de verão | -                    |
| Flint 500 WG e Serenade       | 100 mL + 2 L    | Tratamentos de verão | QST 713              |
| Flint 500 WG e Captan         | 100 mL + 2,4 kg | Tratamentos de verão | -                    |
| Testemunha                    | -               | Tratamentos de verão | -                    |

Descrição dos produtos sob avaliação:

1. Nome do Produto Comercial: Serenade; Ingrediente ativo: *Bacillus subtilis* QST 713; Nome do Produto Comercial: Sonata; Ingrediente ativo: *Bacillus pumilus* QST 2808; Nome do Produto Comercial: Flint 500 WG; Ingrediente ativo: *trifloxystrobina*; Grupo Químico: estrobilurina; Titular do Registro: BAYER S.A.; Formulação: Granulado dispersível WG; Classe toxicológica: III produto medianamente tóxico; Concentração: 500g i.a./kg
2. Nome do Produto Comercial: Captan 500WP; Ingrediente ativo: Captan; Grupo Químico: Ftalimidas; Titular do Registro: ARISTA; Formulação: Granulado dispersível; Classe toxicológica: Concentração: 500g i.a./kg

### 2.1.3. Avaliação de fungicidas no controle das podridões dos frutos na cv. 'Fuji'

O trabalho foi conduzido na Estação Experimental de Vacaria da Embrapa Uva e Vinho. Os tratamentos fungicidas foram aplicados em plantas da cv Fuji com 15 anos, plantadas na distância de 2 m x 4,5 m (900 plantas/ha) e com 3,0 m de altura. As pulverizações foram feitas a partir de 21 de fevereiro e continuaram em 26/02; 09/03; 19/03 e 27/03/2007. A colheita ocorreu no dia 03/04/2007. As caldas fungicidas foram aspergidas com pulverizador costal Jacto de 15 L e com bico J10, utilizando-se 1,5 L/planta.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições e parcelas de quatro plantas e as duas centrais úteis. Na colheita, 20 maçãs de cada parcela foram colocadas em câmara úmida a 22°C durante 15 dias para detecção da infecção latente e outros 50 frutos foram refrigeradas sob atmosfera do ar a 0-1°C durante quatro meses e posteriormente armazenados sob condições de ambiente durante 25 dias. Nas avaliações foi registrado o número de frutos sadios e os com os diferentes tipos de podridões. Na colheita foi determinada a presença ou não de sintomas de fitotoxicidade nas plantas tratadas e nas maçãs. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas com o teste de Duncan ( $P < 0,05$ ). A descrição dos tratamentos avaliados é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3. Tratamentos fungicidas utilizados no controle das podridões de verão das maçãs da cv. Fuji em Vacaria, RS (2006-2007)

| Tratamentos    | Ingrediente Ativo  | Concentração | Formulação | Produto | I.A.   |
|----------------|--------------------|--------------|------------|---------|--------|
| Testemunha     |                    | -            |            | -       | -      |
| Dithane NT     | Mancozeb           | 800          | WP         | 300 g   | 0,2400 |
| Mythos         | Pyrimetanol        |              |            | 150 ml  |        |
| Flint          | Trifloxystrobin    | 500          | WG         | 10 g    | 0,0050 |
| + Antracol     | Propineb           | 700          | PM         | 300 g   | 0,2100 |
| Flint          | Trifloxystrobin.   | 500          | WG         | 10 g    | 0,0050 |
| + Captan       | Captan             | 480          | SC         | 240 ml  | 0,1150 |
| Flint + Mythos | Trifloxystrobin.   | 500          | WG         | 100 ml  | 0,0050 |
| Flint          | Trifloxystrobin    | 500          | WG         | 15 g    | 0,0075 |
|                | Trifloxystrobin. & |              |            | 7,5 g + |        |
| Nativo         | Tebuconazole       | 300          | SC         | 75 ml   | 0,0075 |
|                | Trifloxystrobin &  |              |            |         |        |
| Nativo         | Tebuconazole       | 300          | SC         | 50 ml   | 0,0050 |
| + Antracol     | Propineb           | 700          | PM         | 300 g   | 0,2100 |

## 2.2. Experimento 2: Controle do inóculo de podridões de maçãs em pós-colheita

### 2.2.1. Controle de *Cryptosporiopsis perennans* com tratamento térmico e radiação UV-C

Os experimentos foram realizados em 2008, na Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado (Vacaria, RS). Em todos os experimentos, foi utilizado o isolado Cp5 de *C. perennans*, obtido a partir de maçãs 'Fuji' com sintomas típicos de podridão olho-de-boi, provenientes de um pomar da região de Vacaria, RS, pertencente à coleção da Embrapa Uva e Vinho. O cultivo e a manutenção do isolado foram realizados em BDA. As suspensões de conídios foram preparadas a partir de colônias com 15 dias da repicagem, desenvolvidas em placas contendo BDA e incubadas a 22°C sob exposição à luz fluorescente contínua (tipo luz do dia). As colônias foram cobertas com 10 mL de água destilada esterilizada contendo Tween 80 (0,001%). A concentração de conídios desejada foi ajustada com auxílio do hemacitômetro.

### Sensibilidade dos conídios de *C. perennans* ao tratamento térmico e à radiação UV-C *in vitro*

Para avaliação *in vitro* da sensibilidade de conídios de *C. perennans* à água aquecida, 0,1 mL da suspensão de  $1 \times 10^4$  conídios mL<sup>-1</sup> foi transferido a tubos contendo 3 mL de água às temperaturas desejadas, em banho-maria. Os tratamentos utilizados foram: 28°C por 15 segundos (s) (testemunha); 45°C por 15 s; 45°C por 30 s; 50°C por 15 s; 50°C por 30 s; 55°C por 15 s; e 55°C por 30 s. A faixa de temperatura, o tempo de exposição e os métodos usados foram definidos

segundo Oster (2004), que utilizou o tratamento térmico no controle de *B. dothidea*. Após cada tratamento, os tubos foram colocados em água a 1–2°C para deter a exposição dos conídios às temperaturas avaliadas. Alíquotas de 0,1 mL de cada tubo foram transferidas para placas com BDA acidificado (pH 4,5 ajustado com ácido láctico a 85%), as quais foram incubadas a 22°C por sete dias, sob luz fluorescente contínua (luz do dia).

Para avaliação da sensibilidade de conídios de *C. perennans* à radiação UV-C, foram conduzidos dois experimentos. Uma suspensão de 3mL, com  $5 \times 10^2$  conídios mL<sup>-1</sup> do patógeno em placas de Petri esterilizadas (6 cm de diâmetro), foi submetida às doses de radiação UV-C 0,018, 0,037, 0,075 e 0,150 kJ m<sup>-2</sup>, no primeiro experimento, e 0,375, 0,750, 1,500 e 3,000 kJ m<sup>-2</sup>, no segundo. Em ambos os experimentos, o tratamento testemunha não recebeu radiação UV-C. As doses de radiação UV-C foram definidas de acordo com os trabalhos de Moy (1983) e Marquenie et al. (2002). Após cada tratamento, alíquotas de 0,1 mL de cada placa foram transferidas para placas com BDA acidificado (pH 4,5 ajustado com ácido láctico a 85%) e incubadas a 22°C por sete dias, sob luz fluorescente contínua (tipo luz do dia).

Para avaliação dos tratamentos com água aquecida e com radiação UV-C, foi determinada a sobrevivência de conídios nas placas, estimada pelo número de unidades formadoras de colônias (UFC). Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições para o tratamento de água aquecida e três repetições para radiação UV-C. A unidade experimental foi representada pela placa. Os dados de número de UFC foram transformados para  $(x + 1)^{0.5}$  e submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o programa Sanest (ZONTA; MACHADO, 1987). As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

#### **Tratamento térmico e radiação UV-C para desinfestação de maçãs inoculadas com *Cryptosporiopsis perennans***

Para avaliar a eficiência dos tratamentos com água aquecida e com radiação UV-C na desinfestação de frutos, foram utilizadas maçãs 'Fuji Kiku', armazenadas por oito meses em condição de atmosfera controlada (AC). Os frutos foram selecionados e desinfestados com solução aquosa preparada com hipoclorito de sódio a 2%, água destilada e álcool (92,8°GL), na proporção de 4,5:4,5:1, durante 3 min. Os frutos foram enxaguados em água destilada e, em seguida, secos com papel toalha. Uma suspensão com  $1 \times 10^6$  conídios mL<sup>-1</sup> de *C. perennans* foi aspergida nas maçãs e, após quatro horas a 20°C, os frutos foram submetidos aos tratamentos com água aquecida e com radiação UV-C mais eficientes dos experimentos *in vitro* – aspersão de água aquecida a 20°C por 30 s (testemunha), a 50°C por 15 s e a 50°C por 30 s; sem radiação UV-C (testemunha), e doses de radiação UV-C de 0,375, 0,750 e 1,500 kJ m<sup>-2</sup>. Os tratamentos foram implementados na linha de seleção de maçãs, equipada com rolos recobertos com escova de náilon com diâmetro total de 38 cm e rotação constante de 108 rpm.



Nos experimentos com radiação UV-C, as irradiâncias espectrais das fontes monocromáticas foram obtidas antes da exposição das amostras, segundo as normas técnicas NBR IEC 60335-2-27 e NBR ISO/IEC 17025 (ABNT, 2000, 2005). A radiação foi aferida com radiômetro manual UVX calibrado com o espectrorradiômetro IL2000, conforme sugerido por Souza (2005), e a dose foi calculada pelo período de exposição à radiação utilizada.

Em ambos os experimentos, após os tratamentos, as maçãs de cada unidade experimental foram imersas consecutivamente em 300 mL de água destilada e esterilizada, contendo Tween 80 (0,001%), e submetidas à lavagem por sonicação durante 30 s. Em seguida, amostras de 0,1 mL de água foram retiradas de cada solução e cultivadas em BDA acidificado (pH 4,5 ajustado com ácido láctico a 85%), por sete dias a 22°C, sob luz fluorescente contínua (tipo luz do dia). A contagem de colônias desenvolvidas (UFC) foi utilizada para estimar a sobrevivência dos conídios, e os valores foram expressos em percentagem de controle em relação à testemunha.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, e a unidade experimental foi composta por quatro repetições de dois frutos. Os dados foram transformados para  $(x + 1)^{0,5}$  e submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o programa Sanest (ZONTA; MACHADO, 1987), e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

### **2.2.2. Controle da podridão olho-de-boi em maçãs com tratamento térmico e radiação UV-C**

Os experimentos foram conduzidos no Centro de Pesquisa Proterra (CPPRO) e na empacotadora da empresa Rasip Agro Pastoril S.A., ambos localizados em Vacaria, RS. Para inoculação das maçãs foi utilizado o isolado *Cp5* de *Cryptosporiopsis perennans*, o qual foi obtido a partir de maçãs 'Fuji' com sintomas típicos de podridão olho-de-boi, provenientes de pomares da região de Vacaria, RS. O isolado foi cultivado e preservado em BDA a 2%.

A aplicação dos tratamentos físicos nos frutos foi realizada acoplando os equipamentos de aspersão de água aquecida e de radiação UV-C numa linha de seleção comercial (Marca Prodol), a qual possuía rolos de alumínio onde os frutos giravam a 12 rpm. Para o tratamento térmico dos frutos foi utilizado um conjunto de aquecimento de água e outro de aspersão. O primeiro compreendeu um recipiente com resistências elétricas e termostato para controlar a temperatura. O segundo foi composto de nove barras a 30 cm cada, com cinco bicos de aspersão do tipo cone vazio cada, distanciados entre si em 25 cm, uma bomba e um motor. O sistema de aspersão foi ajustado para que a distância entre a saída do bico e o fruto fosse de 10 cm, sendo que a temperatura do tratamento foi aferida neste percurso.

O equipamento de radiação UV-C foi composto de nove lâmpadas UV-C (Marca Ecolume), com potência de 40 watts cada, distanciadas entre si 20 cm, emitindo radiação com comprimento de onda de 253,7 nanômetros, instaladas numa caixa de madeira dimensionada para que a radiação não fosse emitida para fora da

linha de seleção, uma vez que poderia comprometer a saúde dos trabalhadores. A distância entre a fonte de radiação UV-C e o fruto foi de 10 cm. Antes da exposição das amostras, a radiação UV-C foi aferida conforme sugerido por Souza (2005), onde se obteve as irradiâncias espectrais das fontes monocromáticas, segundo normas técnicas NBR IEC 60335-2-27:2000 e NBR ISO/IEC 17025:2005 (ABNT, 2000; 2005). A irradiância foi medida com radiômetro manual UVX e o espectrorradiômetro RPS 900, com validação da calibração com o espectrorradiômetro IL2000, e a dose calculada em função do período de exposição à radiação utilizada.

No experimento 1 foram utilizados os seguintes tratamentos: 1) sem tratamento (testemunha); 2) aspersão de água aquecida a 50°C por 12 segundos; 3) radiação UV-C na dose de 0,0069 kJ m<sup>-2</sup>; e 4) aspersão de água aquecida a 50°C por 12 segundos e radiação UV-C na dose de 0,0069 kJ m<sup>-2</sup>. No experimento 2, os tratamentos avaliados foram: 1) sem tratamento (testemunha); 2) aspersão de água aquecida a 50°C por 12 segundos; e 3) radiação UV-C na dose de 0,0069 kJ m<sup>-2</sup>. O tempo de aspersão de água aquecida e a dose de radiação UV-C diferiram dos demais experimentos porque foram usados na linha comercial de seleção levando em conta as possibilidades reais de serem implementados nestas condições.

### **Ação 1 - Maçãs 'Fuji' inoculadas e com infecção natural**

Maçãs da cv. Fuji, apresentando calibre 135, com um, quatro e oito meses de armazenamento em condição de atmosfera controlada (temperatura de 0,5± 0,5°C, 1 a 1,5 kPa de O<sub>2</sub>, 0,5 a 0,7 kPa de CO<sub>2</sub> e umidade relativa de 95 ± 5%) (AC), apresentando, na saída da câmara, teor de sólidos solúveis totais (SST) de 15,00, 13,46 e 13,45°Brix e firmeza de polpa de 64,30, 76,11 e 71,46 Newtons (N), respectivamente, foram submetidas aos tratamentos físicos com e sem inoculação (infecção natural) de *C. perennans*.

Para a inoculação, as maçãs foram selecionadas e submetidas a uma desinfestação prévia com álcool. Em seguida, elas foram pulverizadas com uma suspensão de 1x10<sup>7</sup> conídios mL<sup>-1</sup> de *C. perennans* e incubadas por sete dias a 22°C, antes da aplicação dos tratamentos físicos. Para garantir a infecção dos frutos, o período de incubação testado aqui (sete dias) foi superior aos dos demais experimentos (24 horas). Os frutos com infecção natural foram submetidos aos tratamentos físicos da maneira como saíram do armazenamento. Após a aplicação dos tratamentos, os frutos foram incubados a 22°C e após 15 dias foi avaliada a incidência da podridão olho-de-boi.

Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado em todos os experimentos. Para análise estatística, os dados de incidência foram transformados por arco seno  $\sqrt{x/100}$  e submetidos à análise de variância pelo procedimento GLM (PROC GLM) utilizando o programa SAS (SAS INSTITUTE, 2002), e as médias de tratamentos comparadas pelo testes de Tukey ( $P < 0,05$ ).

## Ação 2 - Maçãs 'Gala' inoculadas e com infecção natural

Maçãs 'Gala', de calibre 198, com cinco meses de armazenamento em condição de AC (temperatura de  $1,5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , 2 kPa de  $\text{O}_2$ , 1,5 kPa de  $\text{CO}_2$  e umidade relativa de  $95 \pm 5\%$ ), apresentando, na saída da câmara, SST de  $11,70^{\circ}\text{Brix}$  e firmeza de polpa de 73,47 N, foram submetidas aos tratamentos físicos com e sem inoculação (infecção natural) de *C. perennans*.

Antes da inoculação, as maçãs foram selecionadas e desinfestadas com álcool. A inoculação foi por aspersão com uma suspensão de  $1 \times 10^7$  conídios  $\text{mL}^{-1}$  de *C. perennans*. Os frutos foram incubados por 24 horas a  $22^{\circ}\text{C}$  e submetidos aos tratamentos na linha de seleção. O período de incubação foi de 24 horas porque se avaliou a desinfestação dos frutos após os tratamentos, como descrito no capítulo 3.

Assim, logo após os tratamentos, quatro repetições de três frutos foram submetidas à lavagem por sonicação por 30 segundos, sendo usados 300 mL de água destilada e esterilizada para cada repetição. Alíquotas de 0,1 mL foram distribuídas em placas de Petri com meio seletivo para *C. perennans* (SPOLTI et al., 2010) e incubadas por sete dias a  $22^{\circ}\text{C}$ , sob luz fluorescente contínua (tipo luz do dia). Nas placas, avaliou-se a sobrevivência de conídios recuperados da superfície dos frutos, estimada pelo número de unidades formadoras de colônias (UFC). Foram usadas três placas para contagem de colônias de cada repetição da lavagem.

Em amostras de maçãs inoculadas e submetidas aos diferentes tratamentos - oito repetições de 10 frutos - foi avaliada a incidência de POB após 15 dias de incubação a  $22^{\circ}\text{C}$ .

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado. Os dados de UFC foram transformados por  $\sqrt{x+1}$  e de incidência foram transformados para arco seno  $\sqrt{x/100}$ , os quais foram submetidos à análise de variância pelo procedimento GLM (PROC GLM) utilizando o programa SAS (SAS INSTITUTE, 2002), e as médias de tratamentos comparadas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Experimento 1: Controle da podridão olho-de-boi em pré e pós-colheita

##### 3.1.1. Avaliação do controle das podridões de pós-colheita de maçãs com pulverizações semanais de Serenade e Sonata em pré-colheita

Na colheita dos frutos e após a frigorificação e manutenção dos frutos no ambiente não foi observado qualquer sintoma de fitotoxicidade que pudesse ser atribuído aos tratamentos sob avaliação. Na avaliação da infecção latente presente nos frutos na colheita, mas sem expressão de sintomas, foi observada maior frequência das podridões: olho-de-boi (*C. perennans*), podridão pelo mofo azul (*P. expansum*) e podridão pelo mofo cinzento (*B. cinerea*). A podridão olho-de-boi foi controlada por todos os tratamentos (Tabela 4). Comparando-se os efeitos com Serenade e Sonata, o controle variou de 89 a 94%. A redução desta podridão

também foi obtida pelo efeito dos tratamentos na fruta refrigerada atingindo-se controle que variou de 69 a 87,7%. Não se constatou incidência do mofo azul em câmara úmida e, após a refrigerificação, sendo que esta podridão atingiu 7% dos frutos, mas não se detectou efeito de dos tratamentos na incidência da doença.

Na avaliação do mofo cinzento, se verificou diferença entre a testemunha e o tratamento de Sonata ASO/ QST 2808, 2 kg/ha. Os resultados obtidos mostram que os produtos Serenade e Sonata nas três doses avaliadas reduzem a incidência da podridão olho-de-boi, tanto nos frutos que são comercializados logo após a colheita, como naqueles refrigerados por quatro meses e nas condições deste ensaio o Sonata ASO/ QST 2808 na dose de 2 kg/ha também controla a podridão cinzenta.

Tabela 4. Incidência de podridões nas maçãs cv. Fuji tratadas em pré-colheita com Serenade e Sonata (Vacaria 2007)

| Tratamentos                    | Variáveis <sup>1</sup> |        |         |
|--------------------------------|------------------------|--------|---------|
|                                | OB1                    | OB2    | Bot1    |
| Testemunha                     | 6,69 a <sup>2</sup>    | 3,50 a | 1,48 a  |
| Serenade ASO/ QST 713, 6 kg/ha | 0,69 b                 | 0,43 b | 0,19 ab |
| Serenade ASO/ QST 713, 4 kg/ha | 0,43 b                 | 0,19 b | 0,19 ab |
| Serenade ASO/ QST 713, 2 kg/ha | 0,43 b                 | 0,61 b | 0,80 ab |
| Sonata ASO/ QST 2808, 6kg/ha   | 0,61 b                 | 1,07 b | 0,35 ab |
| Sonata ASO/ QST 2808, 4 kg/ha  | 0,61 b                 | 0,69 b | 0,19 ab |
| Sonata ASO/ QST 2808, 2 kg/ha  | 0,35 b                 | 1,12 b | 0,00 b  |

<sup>1</sup> OB1: N° de maçãs com podridão olho-de-boi (*C. perennans*) em maçãs avaliadas após 15 dias de estocagem 22°C em câmara úmida;

OB2: N° de maçãs com podridão olho-de-boi (*C. perennans*) em maçãs avaliadas após 4 meses de refrigerificação.

Bot1: N° de maçãs com podridão causada por *B. cinerea* em maçãs avaliadas após 15 dias de estocagem a 22°C em câmara úmida

<sup>2</sup> Média de 20 frutos nas variáveis OB1 e Bot1 e de 50 frutos nas outras. Dados seguidos por letras iguais não diferem entre si(Duncan, p<0,05).

### 3.1.2. Avaliação da proteção das macieiras para controle das podridões de pós-colheita com fungicidas e com Serenade e Sonata em maçãs 'Fuji'

Na colheita dos frutos e após a refrigerificação e manutenção deles no ambiente não foi observado qualquer sintoma de fitotoxicidade que pudesse ser atribuído aos tratamentos sob avaliação. Na avaliação da infecção latente presente nos frutos na colheita, mas sem expressão de sintomas, foi observada maior frequência das podridões: olho-de-boi (*C. perennans*), e podridão pelo mofo cinzento (*B. cinerea*) e a podridão pelo mofo azul (*P. expansum*). A podridão olho-de-boi causou na testemunha, após a refrigeração e manutenção no ambiente, perda, menor que a detectada na infecção latente o que deve ser atribuído à atividade das defesas dos frutos que se manifestam durante a armazenagem. Esta podridão foi controlada na fruta sem refrigerificação (detecção de infecção latente) somente pelo tratamento feito com a associação sequencial de Flint 500 WG e Captan, o qual reduziu a doença em 81%. No caso da fruta avaliada após a refrigerificação, o único tratamento que se diferenciou da testemunha foi o feito com Flint 500 WG mais Serenade em

sequencia, de modo que reduziu a podridão em 87%. Contudo, este tratamento não se diferenciou dos outros comparados com exceção da testemunha e do tratamento com 4l/ha de Serenade. Nos frutos retirados do frio e armazenados no ambiente, não foi detectada diferença entre a testemunha e os tratamentos.

Na avaliação do mofo cinzento após a armazenagem no ambiente, com exceção dos tratamentos com L/ha de Serenade e de 2 L/ha de Sonata, todos os outros tratamentos controlaram *B. cinerea* nas maçãs. Não se observou controle da podridão 'mofo azul' pelos tratamentos comparados nas três oportunidades de avaliação. Os resultados obtidos mostram que associação sequencial dos produtos Flint 500 WG e Serenade nas doses de 100 mL e 2 L/ha, respectivamente, reduzem a incidência da podridão olho-de-boi nos frutos frigorificados por quatro meses (Tabela 5).

Tabela 5. Incidência de podridões nas maçãs 'Fuji' tratadas semanalmente no verão com fungicidas, Serenade e Sonata (Vacaria 2007).

| Tratamentos                                 | Variáveis <sup>1</sup> |          |         |         |
|---------------------------------------------|------------------------|----------|---------|---------|
|                                             | OB1                    | OB2      | OB3     | Bot1    |
| Testemunha                                  | 4,53 a <sup>2</sup>    | 5,38 ab  | 2,04 ab | 1,48 a  |
| Serenade 6l/há                              | 1,59 ab                | 3,10 abc | 2,60ab  | 0,77 ab |
| Serenade 4l/há                              | 1,60 ab                | 6,83 a   | 3,91 a  | 0,00b   |
| Serenade 2l/há                              | 1,00 ab                | 2,21 bc  | 2,83 ab | 0,19b   |
| Sonata 4l/ha                                | 1,00 ab                | 2,14 bc  | 1,48 ab | 0,00b   |
| Sonata 2 l/há                               | 1,10 ab                | 2,21 bc  | 0,43b   | 0,43 ab |
| Serenade e Flint 500 WG/2L e 100 mL/ha      | 0,90 ab                | 0,69 c   | 1,46 ab | 0,19b   |
| Flint 500 WG e Captan / 100 mL e 2,40 kg/ha | 0,85 b                 | 2,68 abc | 0,91 ab | 0,00b   |
| Flint 500 WG 150 l/ha                       | 1,28ab                 | 1,67 bc  | 2,73 ab | 0,00b   |

<sup>1</sup> OB1: N° de maçãs com podridão olho-de-boi (*C. perennans*) em maçãs avaliadas após 15 dias de estocagem 22°C em câmara úmida;

OB2: N° de maçãs com podridão olho-de-boi (*C. perennans*) em maçãs avaliadas após quatro meses de frigorificação.

OB3: N° de maçãs com podridão olho-de-boi (*C. perennans*) em maçãs avaliadas após quatro meses de frigorificação e 25 dias de manutenção no ambiente.

Bot1: N° de maçãs com podridão causada por *B. cinerea* em maçãs avaliadas após 15 dias de estocagem a 22°C em câmara úmida

<sup>2</sup> Média de 20 frutos nas varáveis OB1 e Bot1 e de 50 frutos nas outras. Dados seguidos por letras iguais não diferem entre si(Duncan, p<0,05).

### 3.1.3. Avaliação de fungicidas pulverizados em pré-colheita no controle das podridões de maçãs cv. Fuji

Na colheita dos frutos e após a frigorificação e manutenção deles no ambiente não foi observado qualquer sintoma de fitotoxicidade que pudesse ser atribuído aos tratamentos sob avaliação. Na avaliação da infecção latente presente nos frutos da testemunha, que expressa a infecção das maçãs sem a ocorrência de sintomas visíveis, foi observada maior frequência da podridão olho-de-boi (*C. perennans*) sendo baixa a detecção da podridão pelo mofo cinzento (*B. cinerea*), da podridão amarga e da podridão branca.

A podridão olho-de-boi causou nos frutos incubados por 15 dias a 22°C (frutos oriundos de plantas sem tratamento), uma perda de 4,6%. A perda efetiva causada pela infecção das maçãs por *C. perennans* após a frigorificação e período de vida de prateleira (25 dias) atingiu 15,6%. A importância das podridões de maçãs em pós-colheita foi demonstrada neste trabalho, pois no fim do período de prateleira, após a frigorificação por quatro meses, a perda total de maçãs atingiu 42,5%, causada principalmente pela infecção por *C. perennans* e por *Penicillium expansum*.

Na comparação da eficiência de tratamentos no controle da infecção latente da podridão olho-de-boi, foi verificado que, com exceção dos produtos Nativo e Flint mais Captan, todos os fungicidas reduziram igualmente a incidência desta doença na fruta quando comparados com a testemunha, de modo que o controle variou de 61 a 86% sendo este último valor o atingido pelo tratamento padrão feito com o Dithane NT na concentração de 0,3% (Tabela 6).

Quando somados o número de maçãs com sintomas da podridão olho-de-boi após a refrigeração e as do período de ambiente (vida de prateleira), com exceção dos tratamentos feitos com Flint mais Mythos, do Flint e do Nativo mais Antracol, todos os outros reduziram significativamente a doença quando comparados com a testemunha. O maior controle foi obtido nos frutos tratados com Dithane NT, que atingiu 90,6%. Contudo, o efeito deste tratamento não se diferenciou do apresentado pelo Nativo que atingiu de 70,4% de controle da doença.

Tabela 6. Incidência de podridões em maçãs da cv. Fuji tratadas com fungicidas em pré-colheita

| Tratamentos       | Dose de produto comercial | Infecção latente de olho-de-boi (N° de frutos) | Podridão olho-de-boi em pós-colheita (%) | Podridão por <i>Penicillium expansum</i> em pós-colheita(%) |
|-------------------|---------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Testemunha        | -                         | 4,6 a                                          | 15,60 a                                  | 26,91 <sup>ns</sup>                                         |
| Dithane NT        | 300 g                     | 0,61 b                                         | 1,46 d                                   | 29,54                                                       |
| Mythos            | 150 ml                    | 0,80 b                                         | 5,38 bc                                  | 32,21                                                       |
| Flint + Antracol  | 10 g +300 g               | 1,77 b                                         | 7,23 bc                                  | 24,72                                                       |
| Flint + Captan    | 10 g+240 g                | 1,94 ab                                        | 7,89 bc                                  | 19,78                                                       |
| Flint + Mythos    | 7,5 g+ 100 ml             | 0,69 b                                         | 11,03 ab                                 | 10,02                                                       |
| Flint             | 15 g                      | 1,67 b                                         | 8,87 abc                                 | 26,71                                                       |
| Nativo            | 75 ml                     | 2,09 ab                                        | 4,61 cd                                  | 33,27                                                       |
| Nativo + Antracol | + 50 ml+300 g             | 0,80 b                                         | 9,43 abc                                 | 29,54                                                       |

Médias de quatro repetições, cada uma constituída por 20 frutos na infecção latente e de 50 frutos na avaliação das podridões desenvolvidas durante e após quatro meses de frigorificação das maçãs. Dados seguidos por letras iguais não diferem entre si (Duncan,  $p < 0,05$ ).

### 3.2. Experimento 2: Controle do inóculo de podridões de maçãs em pós-colheita

#### 3.2.1. Controle de *Cryptosporiopsis perennans* com tratamento térmico e radiação UV-C

##### Sensibilidade dos conídios de *C. perennans* ao tratamento térmico e à radiação UV-C *in vitro*

No estudo da sensibilidade de *C. perennans* ao tratamento térmico *in vitro*, todos os tratamentos com água aquecida diminuíram a sobrevivência dos conídios do patógeno quando comparados à testemunha (Tabela 7).

Tabela 7. Número de unidades formadoras de colônias (UFC) obtido a partir das suspensões de *Cryptosporiopsis perennans* submetidas a diferentes tratamentos com água aquecida *in vitro*.

| Tratamento                        | N <sup>o</sup> UFC <sup>(1)</sup> | Controle (%) <sup>(2)</sup> |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| Testemunha (28°C por 15 segundos) | 74,22a                            | -                           |
| 45°C por 15 segundos              | 31,31b                            | 57,81                       |
| 45°C por 30 segundos              | 13,47c                            | 81,85                       |
| 50°C por 15 segundos              | 0,46d                             | 99,38                       |
| 50°C por 30 segundos              | 0,00d                             | 100,00                      |
| 55°C por 15 segundos              | 0,09d                             | 99,88                       |
| 55°C por 30 segundos              | 0,00d                             | 100,00                      |
| CV (%)                            | 19,59                             | -                           |

<sup>(1)</sup> Médias (de seis repetições) seguidas de letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. <sup>(2)</sup> Valor obtido pela fórmula: Controle (%) =  $100[(n^2 \text{ colônias/placa na testemunha} - n^2 \text{ colônias/placa do tratamento})/n^2 \text{ colônias/placa na testemunha}]$ .

Para a temperatura de 45°C, a elevação no tempo de exposição de 15 para 30 segundos reduziu a sobrevivência dos conídios. Para as temperaturas de 50 e 55°C, independentemente do tempo de exposição, a sobrevivência foi ainda mais reduzida, atingindo controle dos conídios acima de 99%. Resultados semelhantes foram reportados por Marquenie et al. (2002), os quais observaram maior inativação dos conídios de *B. cinerea* e *Monilinia fructigena* com o aumento na temperatura e/ou a duração do tratamento. Conforme Oster (2004), a sobrevivência de conídios de *B. dothidea* foi inibida na temperatura de 58°C durante 60 segundos. A maior sensibilidade de conídios de *C. perennans* ao calor, quando comparado com *B. dothidea*, pode ser devida às diferenças nas características genéticas entre estes dois patógenos ou ao maior tamanho dos conídios de *B. dothidea* (5-8 x 15-29 µm), quando comparado ao de *C. perennans* (1-2 x 5-8 µm) (BOGO et al., 2008). Fato semelhante foi observado por Marquenie et al. (2002), que concluíram que os conídios de *M. fructigena* foram mais sensíveis ao calor do que os de *B. cinerea*.

A eficácia do tratamento térmico na redução da viabilidade do patógeno pode ainda ser medida pela redução no crescimento micelial (FERGUNSON et al., 2000). Diferenças de sensibilidade do micélio dos patógenos ao tratamento hidrotérmico foi relatado por Karabulut et al. (2002). Esses autores informaram que, enquanto o crescimento micelial de *M. fructicola* foi inibido pela exposição a 50°C durante 10 segundos, o crescimento de *P. expansum* só foi inibido através da exposição a 60°C durante 20 segundos. Barkai-Golan e Phillips (1991) observaram ainda que a resposta do patógeno ao calor pode ser influenciada pelo conteúdo de umidade dos esporos, atividade metabólica do patógeno ou seu inóculo, idade do inóculo e composição química da água do tratamento.

A radiação UV-C, em todas as doses avaliadas, reduziu a sobrevivência dos conídios de *C. perennans* (Tabela 8). No primeiro experimento, as doses de 0,037 a 0,150 kJ m<sup>-2</sup> diminuíram em mais de 70% a sobrevivência dos conídios do patógeno, em relação à testemunha. No segundo experimento, as doses de 0,75 a 3,00 kJ m<sup>-2</sup> reduziram em mais de 99% a sobrevivência dos conídios em relação à testemunha. Neste experimento a exposição à dose de 0,375 kJ m<sup>-2</sup> foi menos eficiente em relação às doses maiores, mas ainda assim apresentou controle de 86,4%.

Tabela 8. Número de unidades formadoras de colônias (UFC) obtido a partir das suspensões de *Cryptosporiopsis perennans* submetidas a diferentes doses de radiação UV-C *in vitro*.

| Tratamento                     | N <sup>o</sup> UFC <sup>(1)</sup> | Controle (%) <sup>(2)</sup> |
|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| Experimento 1                  |                                   |                             |
| Testemunha (sem radiação UV-C) | 154,13a <sup>(3)</sup>            | -                           |
| 0,018 kJ m <sup>-2</sup>       | 82,48b                            | 46,50                       |
| 0,037 kJ m <sup>-2</sup>       | 36,49c                            | 76,30                       |
| 0,075 kJ m <sup>-2</sup>       | 9,60d                             | 93,80                       |
| 0,150 kJ m <sup>-2</sup>       | 3,00e                             | 98,10                       |
| CV (%)                         | 3,55                              |                             |
| Experimento 2                  |                                   |                             |
| Testemunha (sem radiação UV-C) | 44,86a                            | -                           |
| 0,375 kJ m <sup>-2</sup>       | 6,11b                             | 86,40                       |
| 0,750 kJ m <sup>-2</sup>       | 0,30c                             | 99,30                       |
| 1,500 kJ m <sup>-2</sup>       | 0,00c                             | 100,00                      |
| 3,000 kJ m <sup>-2</sup>       | 0,00c                             | 100,00                      |
| CV (%)                         | 12,89                             | -                           |

<sup>(1)</sup> Médias (de três repetições) seguidas de letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. <sup>(2)</sup> Valor obtido pela fórmula: Controle (%) = 100 [(n<sup>o</sup> colônias/placa na testemunha - n<sup>o</sup> colônias/placa do tratamento)/n<sup>o</sup> colônias/placa na testemunha].

O aumento na eficiência da radiação UV-C no controle de conídios de *B. cinerea* e *M. fructigena*, com o incremento na dose utilizada de 0,1 a 15 kJ m<sup>-2</sup>, também foi reportada por Marquenie et al. (2002). Moy (1983) verificou que a radiação UV-C na dose de 1,1 kJ m<sup>-2</sup> é suficiente para reduzir a viabilidade de *R. stolonifer in vitro*. Segundo Camili et al. (2004), a dose de 0,84 kJ m<sup>-2</sup> apresentou



efeito germicida sobre conídios de *B. cinerea*, sendo que doses de 0,2 a 0,6 kJ m<sup>-2</sup> retardaram e diminuíram a germinação destas estruturas. Portanto, as doses de radiação UV-C eficientes para controle dos esporos de *R. stolonifer*, *B. cinerea* e *C. perennans* são similares, o que demonstra o potencial de sua implementação a nível comercial para o controle em pós-colheita dos diferentes patógenos que ocorrem em maçãs.

### Tratamento térmico e radiação UV-C para desinfestação de maçãs inoculadas com *Cryptosporiopsis perennans*

A sobrevivência de conídios de *C. perennans* na superfície das maçãs inoculadas e submetidas à aspersão de água aquecida a 50°C, por 15 e 30 segundos, foi reduzida em 97,7 e 99,3%, respectivamente, em relação à testemunha (Tabela 9). Esse resultado corrobora os resultados de outros autores, que utilizaram tratamentos com aspersão de água com temperaturas altas e menores períodos de exposição, para o controle de podridões (FALLIK et al., 2001; KARABULUT et al., 2002). Maçãs 'Golden Delicious' com infecção natural ou inoculadas com *P. expansum*, e tratadas com aspersão de água a 55°C por 15 segundos, apresentaram menor incidência da doença, sem que isto tenha comprometido a qualidade físico-química dos frutos (FALLIK et al., 2001). Resultados semelhantes foram obtidos por Oster (2004), que não detectou alteração na qualidade de maçãs 'Fuji' submetidas à aspersão de água a 58°C, durante 60 segundos para controle de *B. dothidea*.

Tabela 9. Número de unidades formadoras de colônias (UFC), em maçãs 'Fuji Kiku' submetidas à inoculação de *Cryptosporiopsis perennans* e a tratamentos de aspersão de água aquecida (Experimento 1) e diferentes doses de radiação UV-C (Experimento 2).

| Tratamento               | UFC <sup>(1)</sup>     | Controle (%) <sup>(2)</sup> |
|--------------------------|------------------------|-----------------------------|
|                          |                        | Experimento 1               |
| Testemunha               | 102,20a <sup>(3)</sup> | -                           |
| 50°C por 15 segundos     | 2,10b                  | 97,74                       |
| 50°C por 30 segundos     | 1,00b                  | 99,25                       |
| CV (%)                   | 31,84                  |                             |
|                          |                        | Experimento 2               |
| Testemunha               | 60,87a                 | -                           |
| 0,375 kJ m <sup>-2</sup> | 3,62b                  | 94,05                       |
| 0,750 kJ m <sup>-2</sup> | 0,87b                  | 98,57                       |
| 1,500 kJ m <sup>-2</sup> | 2,25b                  | 96,30                       |
| CV (%)                   | 31,73                  |                             |

<sup>(1)</sup> Médias (de quatro repetições com dois frutos cada) seguidas de letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. <sup>(2)</sup> Valor obtido pela fórmula: Controle (%) = 100[(n<sup>o</sup> colônias/placa na testemunha - n<sup>o</sup> colônias/placa do tratamento)/n<sup>o</sup> colônias/placa na testemunha].

A imersão de frutos em água aquecida tem se mostrado eficiente no controle de doenças em maçãs (OSTER, 2004; MAXIN et al., 2005). Todavia, quando o tratamento é feito por imersão, o alto custo para o aquecimento de grandes volumes de água torna-o inviável numa escala comercial (RODOV et al., 1994). Além disto, foi observado nas empacotadoras de maçãs do Sul do Brasil, que a exposição dos frutos a tratamentos por mais de 20 segundos, citados como eficientes na imersão em água aquecida, interferem no seu rendimento de processamento. A aspersão de água aquecida, associada a escovação dos frutos por períodos curtos (até 20 segundos), apresenta maiores vantagens no controle de doenças, em relação ao tratamento térmico por imersão (FALLIK et al., 2001; KARABULUT et al., 2002). Couey (1989) comenta que a aspersão dos frutos com água aquecida, associada à escovação, pode remover conídios e diminuir a sua viabilidade. A aspersão por períodos curtos permite o uso de temperaturas maiores, que são letais a maioria dos patógenos, sem aumentar substancialmente a temperatura interna dos frutos e, portanto, sem acelerar o seu amadurecimento ou causar algum dano na epiderme.

Doses de radiação UV-C, entre 0,375 a 1,5 kJ m<sup>-2</sup>, foram igualmente eficientes no controle dos conídios de *C. perennans* presentes na superfície das maçãs (controle de 94 a 98%) (Tabela 9). Em condições de manejo comercial de maçãs 'Fuji', o tratamento com radiação UV-C na dose de 5,9 kJ m<sup>-2</sup>, proporcionou 90 a 100% de controle da contaminação superficial de *P. expansum*, sendo relacionado ao efeito germicida (VALDEBENITO SANHUEZA; MAIA, 2001). No presente trabalho foram utilizadas doses inferiores a estas, as quais foram eficientes no controle dos conídios de *C. perennans* em maçãs 'Fuji Kiku' (Tabela 9). O uso de doses de radiação UV-C menores para controle dos patógenos causadores de podridões de maçãs é importante, uma vez que o processo de classificação e embalagem é rápido e, portanto, requer tratamentos eficientes com períodos curtos de exposição. Outra vantagem do uso de radiação UV-C, não explorada neste estudo, é a indução de resistência dos tecidos vegetais aos patógenos conforme demonstrado com batata, cebola, tangerina e maçã (BROWN et al., 2001; STEVENS et al., 2004, 2005; YAUN et al., 2004). Stevens et al. (2005) usaram a dose de radiação UV-C de 7,5 kJ m<sup>-2</sup>, para a indução de resistência e redução de podridões em maçãs 'Golden Delicious' inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides*.

Neste estudo, observou-se que as doses de radiação UV-C eficientes nos experimentos *in vitro* e *in vivo* foram semelhantes. Porém, Mercier et al. (2001), relataram que, apesar da radiação UV-C (0,22 a 2,20 kJ m<sup>-2</sup>) ser altamente germicida a conídios de *B. cinerea*, ela não controlou a infecção em pimentões inoculados 24 horas antes do tratamento. Provavelmente, neste caso os conídios germinaram e infectaram os frutos durante 24 horas, e, portanto não foram atingidos pela radiação UV-C.

O emprego dos tratamentos físicos que visam o controle de propágulos de patógenos presentes na superfície das maçãs, associados às doenças de verão, é de grande importância, já que são os principais responsáveis pelo desenvolvimento de podridões durante a armazenagem, transporte e comercialização, especialmente

para frutos destinados à exportação. O desenvolvimento de equipamentos para instalação nas empacotadoras será necessário para viabilizar o uso comercial destas técnicas.

## 2.2.2. Controle da podridão olho-de-boi em maçãs com tratamento térmico e radiação UV-C

### Ação 1 - Maçãs 'Fuji' inoculadas e com infecção natural

Maçãs 'Fuji', com 30 dias de armazenamento em condição de AC e inoculadas, apresentaram 66,66% de incidência da podridão olho-de-boi (POB) na testemunha, de modo que os tratamentos físicos quando testados de maneira isolada não diferiram entre si, porém todos diferiram da testemunha, e reduziram em mais de 81% a infecção causada por *C. perennans*. O melhor tratamento foi a combinação da aspersão de água aquecida a 50°C por 12 segundos + radiação UV-C na dose de 0,0069 kJ m<sup>-2</sup>, de modo que os frutos submetidos a esse tratamento não apresentaram lesões típicas da doença causada por *C. perennans*, enquanto que aqueles tratados apenas com um dos métodos citados revelaram uma pequena percentagem de frutos infectados pelo patógeno (12,49%). Assim, nos frutos inoculados após 30 dias de armazenamento, a incidência da POB foi de 12,49% com o tratamento de aspersão de água aquecida à 50°C por 12 segundos ou com radiação UV-C na dose de 0,0069 kJ m<sup>-2</sup>, e sem incidência da doença no tratamento com a associação dos dois métodos citados (aspersão de água aquecida à 50°C por 12 segundos + radiação UV-C na dose de 0,0069 kJ m<sup>-2</sup>) (Tabela 10).

Tabela 10. Incidência (%) e controle (%) da podridão olho-de-boi (POB) em maçãs 'Fuji', com um e oito meses de armazenamento em condição de AC, inoculadas, e submetidas aos tratamentos com aspersão de água aquecida e radiação UV-C na linha comercial de seleção.

| Tratamento        | Podridão olho-de-boi nos frutos inoculados |          |                       |          |
|-------------------|--------------------------------------------|----------|-----------------------|----------|
|                   | 1 mês                                      |          | 8 meses               |          |
|                   | Incidência                                 | Controle | Incidência            | Controle |
| Testemunha        | 66,66a <sup>(1)</sup>                      | -        | 51,42a <sup>(2)</sup> | -        |
| 50°C-12 s         | 12,49b                                     | 81,26    | 17,14b                | 66,66    |
| UV-C*             | 12,49b                                     | 81,26    | 22,85b                | 55,56    |
| 50°C-12 s + UV-C* | 0,00c                                      | 100,00   | 17,14b                | 66,66    |
| CV%               | 27,64                                      | -        | 28,35                 | -        |

<sup>(1)</sup> Médias de quatro repetições de três frutos. <sup>(2)</sup> Médias de sete repetições de cinco frutos. Dados seguidos da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*Dose de 0,0069 kJ m<sup>-2</sup>.

Em maçãs 'Fuji', com oito meses de armazenamento em condição de AC e inoculadas, houve menor incidência da POB com todos os tratamentos testados quando comparados à testemunha. A incidência foi de 17,14, 22,85 e 17,14%, com aspersão de água aquecida a 50°C por 12 segundos, radiação UV-C na dose de 0,0069 kJ m<sup>-2</sup>, e com os dois métodos associados, respectivamente, sendo que não

houve diferença entre estes tratamentos, porém todos diferiram da testemunha, onde a incidência da POB foi de 51,42%.

A incidência de podridão olho-de-boi nas maçãs com infecção natural do tratamento testemunha variou de 10,66 a 15,55%, fato que comprova a importância desta doença. Nas maçãs 'Fuji' com infecção natural e submetidas aos tratamentos com 30 dias de armazenamento em condição de AC, a incidência da POB na testemunha foi de 15,55%. Nesta condição de armazenagem, os frutos submetidos aos tratamentos físicos apresentaram redução na incidência da POB que variou de 53 a 65%, quando comparados à testemunha. Os tratamentos de aspersão de água aquecida a 50°C durante 12 segundos, radiação UV-C e a associação dos dois métodos reduziram a incidência da POB de 15,55% (testemunha) para 7,21, 5,55 e 5,55%, respectivamente (Tabela 11).

Tabela 11. Incidência (%) e controle (%) da podridão olho-de-boi (POB) em maçãs 'Fuji', com um, quatro e oito meses de armazenamento em condição de AC, com infecção natural e submetidas aos tratamentos com aspersão de água aquecida e radiação UV-C na linha comercial de seleção.

| Tratamento        | Podridão olho-de-boi nos frutos com infecção natural |          |                       |          |                       |          |
|-------------------|------------------------------------------------------|----------|-----------------------|----------|-----------------------|----------|
|                   | 1 mês                                                |          | 4 meses               |          | 8 meses               |          |
|                   | Incidência                                           | Controle | Incidência            | Controle | Incidência            | Controle |
| Testemunha        | 15,55a <sup>(1)</sup>                                | -        | 11,09a <sup>(2)</sup> | -        | 11,66a <sup>(3)</sup> | -        |
| 50°C-12 s         | 7,21b                                                | 53,63    | 6,08ab                | 45,17    | 3,33b                 | 71,44    |
| UV-C*             | 5,55b                                                | 64,30    | 2,32b                 | 79,08    | 3,33b                 | 71,44    |
| 50°C-12 s + UV-C* | 5,55b                                                | 64,30    | -                     | -        | 2,49b                 | 78,64    |
| CV%               | 24,97                                                | -        | 20,85                 | -        | 27,84                 | -        |

<sup>(1)</sup> Média de seis repetições de 30 frutos. <sup>(2)</sup> Média de quatro repetições de 100 frutos. <sup>(3)</sup> Média de quatro repetições de 30 frutos. Dados seguidos da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro. \*Dose de 0,0069 kJ m<sup>-2</sup>.

Nas maçãs 'Fuji', com quatro meses de armazenamento em condição de AC, a incidência de infecção natural da POB foi de 11,09%. Os frutos tratados com métodos físicos nesta condição de armazenagem apresentaram menor incidência da doença, porém houve diferença significativa apenas quando foi usada radiação UV-C na dose de 0,0069 kJ m<sup>-2</sup>, de modo que com este tratamento a incidência foi de 2,32%. O tratamento com aspersão de água aquecida a 50°C por 12 segundos não diferiu da testemunha e apresentou 6,08% de incidência da POB.

A incidência da POB nos frutos 'Fuji' testemunha com oito meses de armazenamento em condição de AC foi de 11,66%. Os tratamentos físicos reduziram significativamente esta variável avaliada. Assim, a incidência da POB foi de 3,33% com aspersão de água aquecida a 50°C por 12 segundos, de 2,49% com radiação UV-C, e de 3,33% com os dois métodos associados.

Os tratamentos com aspersão de água aquecida a 50°C por 12 segundos reduziram a incidência da podridão olho-de-boi nos frutos 'Fuji' inoculados e com

infecção natural com um, quatro e oito meses de armazenamento em condição de AC. Perdas causadas por *B. cinerea*, *P. expansum* ou por *Gloeosporium* spp. foram eliminadas no armazenamento em maçãs inoculadas e tratadas com temperaturas mais baixas que as usadas neste trabalho, porém com maior período de exposição. A exposição de maçãs a temperatura de 38°C, durante quatro dias foi eficiente no controle de *P. expansum* (FALLIK et al., 1995; KLEIN et al., 1997). Os tratamentos por imersão em água aquecida, nas temperaturas de 42 a 48°C por cinco a 20 minutos (EDNEY; BURCHILL, 1967), ou a imersão a 53°C por 3 minutos, em maçãs com infecção natural, controlaram a POB (MAXIN et al., 2005). O período de aspersão de 12 segundos a 50°C testado neste experimento com maçãs 'Fuji' é mais viável que os citados na literatura do ponto de vista prático, uma vez que as maçãs devem ser classificadas e embaladas no menor período possível para aumentar o rendimento da empacotadora e diminuir a demanda de energia necessária para o aquecimento e manutenção da temperatura desejada da água.

A radiação UV-C reduziu a incidência da POB em frutos inoculados e com infecção natural (Tabelas 10 e 11). Conforme Lu et al. (1993), a radiação UV-C não penetra no tecido dos frutos, e, portanto não atinge infecções já estabelecidas. Alguns pesquisadores atribuem a redução de doenças à indução de resistência ao patógeno que a radiação UV-C causa no hospedeiro (BROWN et al., 2001; STEVENS et al., 2004, 2005). Segundo Stevens et al. (1996), em maçãs 'Golden Delicious', a melhor dose de radiação UV-C para redução de podridões pós-colheita causadas por *Monilinia* spp., *Alternaria* spp. e *C. gloeosporioides* foi de 7,5 kJ m<sup>-2</sup>, sendo que as doses testadas variaram de 0 a 40 kJ m<sup>-2</sup>. Os mesmos autores observaram nos experimentos conduzidos em dois anos que o patógeno de mais difícil controle foi *Alternaria* spp.. Enquanto isso, para redução das infecções naturais causadas por *P. digitatum*, *A. citri* e *Geotrichum candidum* em tangerinas 'Dancy', as doses mais efetivas variaram de 0,84 a 3,6 kJ m<sup>-2</sup>, sendo que a dose de 1,3 kJ m<sup>-2</sup> foi eficiente contra *P. digitatum* (STEVENS et al., 1996).

### **Ação 2 - Maçãs 'Gala' inoculadas e com infecção natural**

O número de unidades formadoras de colônias (UFC) de *C. perennans* recuperadas de maçãs 'Gala' inoculadas foi significativamente menor nos tratamentos de aspersão de água aquecida a 50°C por 12 segundos e de radiação UV-C na dose de 0,0069 kJ m<sup>-2</sup>, em relação à testemunha. Nos frutos inoculados, houve redução na incidência da POB com ambos os métodos físicos testados, sendo que eles não diferiram entre si (Tabela 12).

Tabela 12. Unidades formadoras de colônias (UFC) de *Cryptosporiopsis perennans* e seu controle (% em relação à testemunha); incidência (%) e controle (%) da podridão olho-de-boi (POB) em maçãs 'Gala' com cinco meses de armazenamento em AC, inoculadas e submetidas aos tratamentos físicos na linha comercial de seleção.

| Tratamento  | Frutos inoculados     |              |                       |                     |
|-------------|-----------------------|--------------|-----------------------|---------------------|
|             | UFC                   | Controle (%) | Incidência da POB (%) | Controle da POB (%) |
| Testemunha  | 19,16a <sup>(1)</sup> | -            | 59,51a <sup>(2)</sup> | -                   |
| 50°C - 12 s | 2,49b                 | 86,98        | 17,50b                | 70,59               |
| UV-C*       | 0,00b                 | 100,00       | 18,37b                | 69,13               |
| CV (%)      | 29,10                 | -            | 14,67                 | -                   |

<sup>(1)</sup> Médias de quatro repetições de três placas cada. <sup>(2)</sup> Médias de oito repetições de 10 frutos. Dados seguidos da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05\%$ ). \*Dose de 0,0069 kJ m<sup>-2</sup>.

A incidência de infecção natural da POB na cv. Gala, com cinco meses de armazenamento em condição de AC, foi de 2,09% na testemunha, e de 0,31 e 0,16% após os tratamentos de aspersão de água aquecida a 50°C por 12 segundos e de radiação UV-C na dose de 0,0069 kJ m<sup>-2</sup>, respectivamente. Todos os tratamentos testados diferiram da testemunha (sem tratamento) (Tabela 13).

Tabela 13. Incidência (%) e controle (%) da podridão olho-de-boi (POB) em maçãs 'Gala' com 5 meses de armazenamento em AC, com infecção natural, e submetidas aos tratamentos físicos na linha comercial de seleção.

| Tratamento  | Infecção natural      |                     |
|-------------|-----------------------|---------------------|
|             | Incidência (%) da POB | Controle (%) da POB |
| Testemunha  | 2,09a <sup>(1)</sup>  | -                   |
| 50°C - 12 s | 0,31b                 | 85,16               |
| UV-C*       | 0,16b                 | 92,34               |
| CV (%)      | 12,58                 | -                   |

<sup>(1)</sup> Médias de quatro repetições de 100 frutos. Dados seguidos da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05\%$ ). \*Dose de 0,0069 kJ m<sup>-2</sup>.

Os conídios de *C. perennans* podem estar presentes nas lenticelas após a colheita, mesmo em frutos provenientes de pomares protegidos quimicamente durante o ciclo vegetativo, já que estas estruturas restringem o acesso de fungicidas (EDNEY, 1970). Dugan et al. (1993) relatou que os conídios deste patógeno tendem a aderir nas lenticelas e nas rachaduras da cutícula. O controle *in vitro* de *C. perennans* foi possível com a temperatura de 50°C por 15 segundos (BARTNICKI et al., 2010). Neste trabalho o tratamento com aspersão de água aquecida a 50°C por 12 segundos reduziu em 86,98% o número de UFC nos frutos tratados após 24 horas da inoculação com o patógeno (Tabela 12). Este resultado confirma a

eficiência deste método na redução dos propágulos deste patógeno em maçãs na linha de seleção comercial em pós-colheita, o qual já havia sido demonstrado em linha de seleção experimental (BARTNICKI et al., 2010).

Em maçãs 'Gala' inoculadas com *C. perennans* e tratadas com aspersão de água aquecida a 50°C por 12 segundos, a redução da incidência (%) da POB pode ser atribuída ao efeito letal da temperatura (LURIE, 1998) e da remoção dos esporos através da aspersão (COUEY, 1989), uma vez que as amostras da lavagem dos frutos mostraram uma redução superior a 86% nas UFC. Além disso, um fator importante e que deve a ser considerado é que a viabilidade e o potencial patogênico dos patógenos podem ser mantidos nas estruturas submetidas ao tratamento térmico, de modo que eles podem recuperar-se quando são transferidos para meio com nutriente, como é o caso da superfície dos frutos ou o meio de cultura (BDA) (BEN-YEHOSHUA et al., 2000).

A redução de UFC de *C. perennans* da superfície dos frutos 'Gala' inoculados e tratados com radiação UV-C pode ser atribuída ao efeito germicida da radiação. Conforme Wolfe (1990), este efeito ocorre pela destruição de estruturas do patógeno, inibição da germinação ou retardo no desenvolvimento do fungo, pela desnaturação protéica e desorganização da membrana plasmática. Em condições de manejo comercial, Valdebenito Sanhueza e Maia (2001) atribuíram o controle de *P. expansum*, em maçãs 'Fuji' com alta contaminação, ao efeito germicida da radiação UV-C, uma vez que ocorreu redução de 90 a 100% dos propágulos presentes na superfície dos frutos. O controle *in vitro* de *C. perennans* foi obtido com a dose de 0,750 kJ m<sup>-2</sup> e, *in vivo*, em maçãs 'Fuji', numa linha experimental de seleção, com a dose de 0,375 kJ m<sup>-2</sup> (BARTNICKI et al., 2010). Neste trabalho, a dose de 0,0069 kJ m<sup>-2</sup> foi eficiente na redução de conídios de *C. perennans* presentes na superfície de maçãs 'Gala'.

O tratamento térmico reduz as podridões pós-colheita de frutos através do efeito letal da temperatura sobre o patógeno (LURIE, 1998) ou pela formação de substâncias antifúngicas na epiderme aquecida, caracterizada como indução de resistência (SCHIRRA et al., 2000). Conforme Fallik et al. (1995), a redução de podridões em maçãs 'Golden Delicious' inoculadas com *P. expansum* e tratadas com ar aquecido a 38°C por quatro dias foi devida principalmente ao efeito direto da alta temperatura sobre o patógeno. Outros resultados suportam a evidência de que o tratamento térmico pode induzir mecanismos de defesa em frutos nas camadas mais externas do epicarpo, o que inibe a infecção quiescente de patógenos (PORAT et al., 2000). A aspersão de água aquecida a 50°C por 12 segundos reduziu o número de podridões em maçãs 'Gala' com infecção natural (Tabela 13), possivelmente evitando infecções iniciais através da remoção de esporos dormentes e atuando diretamente sobre a sua viabilidade (COUEY, 1989), e, provavelmente inibindo infecções através da indução de resistência nos tecidos dos frutos (SCHIRRA et al., 2000). A indução de resistência poderia ser confirmada se os frutos tivessem sido inoculados após os tratamentos. Porém, avaliou-se apenas a infecção natural de *C. perennans*, que corresponde ao patógeno presente no fruto antes da colheita, mas devido aos mecanismos de defesa do mesmo não há manifestação de sintomas da

doença (VALDEBENITO SANHUEZA et al., 2006). Assim, em pós-colheita, quando diminuem os mecanismos de defesa dos frutos, associado às temperaturas próximas de 20°C, o patógeno desenvolve a podridão (EDNEY, 1956). No Brasil, as práticas para redução de inóculo de *C. perennans* e de outros patógenos em pós-colheita baseiam-se principalmente no uso de desinfetantes nos tanques de lavagem dos frutos. Os desinfetantes, assim como os fungicidas usados em pré-colheita, têm sua eficiência limitada no controle deste patógeno, já que os conídios dele tendem a aderir nas lenticelas (DUGAN et al., 1993), estruturas estas que restringem o acesso de fungicidas (EDNEY, 1970).

A radiação UV-C na dose de 2,4 kJ m<sup>-2</sup> induziu a síntese da fitoalexina trans-resveratrol em maçãs 'Fuji', porém não foi eficiente no controle da podridão causada por *P. expansum* após sete meses de armazenamento em AC (SAUTTER et al., 2008). Entretanto, em maçãs 'Golden Delicious', a dose de 7,5 kJ m<sup>-2</sup> reduziu a incidência e severidade de podridões causadas por *C. gloeosporioides* e *Alternaria* spp. (STEVENS et al., 1996). Stevens et al. (2005) usaram a dose de radiação UV-C de 7,5 kJ m<sup>-2</sup>, para a indução de resistência e redução de podridões em maçãs 'Golden Delicious' inoculadas com *C. gloeosporioides*. Em mirtilos 'Collins' e 'Bluecrop' a incidência de podridões, principalmente por *Colletotrichum acutatum*, foi reduzida em 10% quando expostos as doses de radiação UV-C de 1 a 4 kJ m<sup>-2</sup> (PERKINS VEAZIE et al., 2008). Neste trabalho, a radiação UV-C, em dose bem menor do que as citadas por outros autores, reduziu a incidência da podridão olho-de-boi em maçãs 'Gala' com infecção natural (Tabela 13). Conforme Luckey (1980), baixas doses de radiação podem induzir um efeito hormético nos tecidos vegetais, ocorrendo um estímulo para respostas benéficas.

Os tratamentos com água aquecida e radiação UV-C apresentam como benéficos o curto período de exposição necessário para o controle do patógeno, a existência de equipamentos de segurança acessíveis e o fato de não deixarem resíduos na superfície dos frutos. Contudo, para assegurar menores perdas de frutos, a radiação UV-C pode ser vantajosa às embaladoras de maçãs, principalmente pelo menor investimento.

#### 4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS

- ✓ Os produtos Serenade ASO/ QST 713 e Sonata ASO/ QST 2808 utilizados em uma aplicação 2 dias antes da colheita nas doses de 2 a 6 kg/ha reduzem as perdas causadas pela podridão olho-de-boi causada por *Cryptosporiopsis perennans*, em pós-colheita;
- ✓ A pulverização de Serenade ASO/ QST 713 e Sonata ASO/ QST 2808 2 dias antes da colheita nas doses de 2 a 6 kg/ha não causa efeitos fitotóxicos às macieiras e nos frutos da cv. Fuji;
- ✓ Os produtos Flint 500 WG e Serenade / QST 713 nas doses de 100 mL e 2 L/ha utilizados em pulverizações conjuntas semanais durante 40 dias antes da colheita reduzem as perdas causadas pela podridão olho-de-boi



causada por *Cryptosporiopsis perennans* durante a frigorificação das maçãs;

- ✓ A pulverização de Flint 500 WG e Serenade / QST 713 nas doses de 100 mL e 2 L/ha não causa efeitos fitotóxicos nas macieiras e nas maçãs da cv. Fuji;
- ✓ Os tratamentos com 2 e 4 L/ha de Sonata e de Serenade controlam *Botrytis cinerea* em maçãs;
- ✓ Na comparação da eficiência de tratamentos químicos para o controle da infecção latente da podridão olho-de-boi, a maior eficiência foi obtida nos frutos tratados com Dithane NT, que atingiu 90,6%;
- ✓ Os tratamentos com água aquecida a 50°C, durante 15 segundos, e com radiação UV-C, na dose de 0,75 kJ m<sup>-2</sup>, reduzem em mais de 99% a sobrevivência de conídios de *Cryptosporiopsis perennans in vitro*;
- ✓ A desinfestação de maçãs 'Fuji Kiku' para o controle de *Cryptosporiopsis perennans* é obtida com aspersão de água aquecida a 50°C, por 15 segundos, e radiação UV-C, na dose de 0,375 kJ m<sup>-2</sup>;
- ✓ Em maçãs 'Fuji' armazenadas em condição de AC por um e oito meses, inoculadas ou com infecção natural, o uso da aspersão de água aquecida a 50°C durante 12 segundos e/ou radiação UV-C na dose de 0,0069 kJ m<sup>-2</sup> reduz a incidência da podridão olho-de-boi;
- ✓ A aspersão de água aquecida a 50°C durante 12 segundos ou a radiação UV-C na dose de 0,0069 kJ m<sup>-2</sup> em maçãs 'Gala', com cinco meses de armazenamento em AC, reduz o número de unidades formadoras de colônias e de podridões em frutos inoculados com *C. perennans*; e da podridão olho-de-boi nas maçãs com infecção natural.

## 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a valiosa contribuição, para as atividades de pesquisa, dos professores da UDESC Cassandro Vidal Talamini do Amaranite, Cristiano André Steffens e João Antônio Vargas de Souza e da pesquisadora da Embrapa Clima Temperado Ângela Diniz Campos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR IEC 60335-2-27**: requisitos particulares para aparelhos de exposição da pele a radiação ultravioleta e infravermelho. Rio de Janeiro, 2000. 12 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/IEC 17025**: requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro, 2005. 31 p.

BAKER, K. S.; SMITH, R. C. Penetration of UV-B and biologically effective close-rates in natural waters. **Photochemistry and Photobiology**, Elmsford, v. 29, p. 311-323, 1979.

- BARKAI-GOLAN, R.; PHILLIPS, D. J. Postharvest heat treatment of fresh fruits and vegetables for decay control. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 75, p. 1085-1089, 1991.
- BARTNICKI, V. A.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; AMARANTE, C. V. T.; CASTRO, L. A. S.; RIZZATTI, M. R.; SOUZA, J. A. V. Água aquecida e radiação UV-C no controle pós-colheita de *Cryptosporiopsis perennans* em maçãs. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, p. 124-131, 2010.
- BEN-YEHOSHUA, S.; PERETZ, J.; RODOV, V.; NAFUSSI, B.; YEKUTIELI, O.; WISEBLUM, A.; REGEV, R. Postharvest application of hot water treatment in citrus fruits: The road from the laboratory to the packing-house. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 518, p. 19-28, 2000.
- BLUM, L. E. B.; AMARANTE, C. V. T.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; GUIMARÃES, L. S.; DEZANET, A.; NETO, P. H. *Cryptococcus laurentii* em pós-colheita reduz podridões em maçãs. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 433-436, 2004.
- BOGO, A.; MAFFIOLETTI, M. A.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; CASA, R. T. Caracterização morfológica de isolados de *Cryptosporiopsis perennans* em diferentes meios de cultura. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 33, p. 248-251, 2008.
- BROWN, J. E.; LU, T. Y.; STEVENS, C.; KHAN, V. A.; LU, J. Y.; WILSON, C. L.; COLLINS, D. J.; WILSON, M. A.; IGWEGBE, E. C. K.; CHALUTZ, E.; DROBY, S. The effect of low dose ultraviolet light-C seed treatment on induced resistance in cabbage to black rot (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*). **Crop Protection**, Surrey, v. 20, p. 873-883, 2001.
- CAMILI, E. C.; BENATO, E. A.; PASCHOLATI, S. F.; CIA, P. Avaliação de irradiação UV-C aplicada em pós-colheita na proteção de uva 'Itália' contra *Botrytis cinerea*. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 30, p. 306-313, 2004.
- COUEY, H. M. Heat treatment for control of postharvest diseases and insect pests of fruits. **Hortscience**, Alexandria, v. 24, p. 198-202, 1989.
- DROBY, S.; CHALUTZ, E.; COHEN, L.; WEISS, B.; WILSON, A. Biological control of postharvest diseases of citrus fruit. In: WILSON, L.; CHALUTZ, E. (Ed.). **Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables**. (S.I.): USDA, Agricultural Research Service, 1991. 394 p. (ARS 92). Workshop Proceedings.
- DUGAN, F. M.; GROVE, G. G.; ROGERS, J. D. Comparative studies of *Cryptosporiopsis curvispora* and *C. perennans*. I. Morphology and Pathogenic Behavior. **Mycologia**, Nova Iorque, v. 85, p. 551-564, 1993.
- EDNEY, K. L. Some experiments with thiabendazole and benomyl as post harvest treatments for the control of storage rots of apples. **Plant Pathology**, London, v. 19, p. 189-193, 1970.
- EDNEY, K. L. The rotting of apples by *Gloeosporium perennans* Zeller & Childs. **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v. 44, p. 113-128, 1956.
- EDNEY, K. L.; BURCHILL, R. T. The use of heat to control the rotting of Cox's Orange Pippin apples by *Gloeosporium* spp. **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v. 59, p. 389-400, 1967.
- FALLIK, E.; GRINBERG, S.; GAMBOURG, M.; LURIE, S. Prestorage heat treatment reduces pathogenicity of *Penicillium expansum* in apple fruit. **Plant Pathology**, London, v. 45, p. 92-97, 1995.
- FALLIK, E.; TUVIA-ALKALAI, S.; FENG, X.; LURIE, S. Ripening characterisation and decay development of stored apples after a short pre-storage hot water rinsing and brushing. **Innovative Food Sciences & Emerging Technologies**, v. 2, p. 127-132, 2001.
- FERGUSON, I. B.; BEN-YEHOSHUA, S.; MITCHAM, E. J.; McDONALD, R. E. Postharvest heat treatments: introduction and workshop summary. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 21, p. 1-6, 2000.
- GORDON, G.; PACEY, G. E.; BUBNIS B. P. Analytical methods for disinfectants and disinfection by-products. In: CRAUN, G. F. (Ed.). **Safety of water desinfection: balancing chemical and microbial risks**. Washington, DC: ILSI, 1993. p. 221-237.

JANISIEWICZ, W. J. Control of postharvest fruit diseases. In: ARORA, D. K.; RAI, B.; MUJERK, K. G.; KNUDSEN, G. R. (Ed.). **Handbook of Applied Mycology**, v. 1, p. 301-326, 1991.

JANISIEWICZ, W. J.; PETERSON, D. L.; BORS, R. Control of storage decay of apples with *Sporobolomyces cesroseus*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 78, p. 466-470, 1994.

KARABULUT, O. A.; COHEN, L.; WIESS, B. Control of brown rot and blue mold of peach and nectarine by short hot water brushing and yeast antagonists. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 24, p. 103-111, 2002.

KLEIN, J. D.; CONWAY, W. S.; WHITAKER, B. D.; SAMS, C. E. *Botrytis cinerea* decay in apple is inhibited by postharvest heat and calcium treatments. **Journal American Society Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 122, p. 91-94, 1997.

LU, J. Y.; LUKOMBO, S. M.; STEVENS, C.; KHAN, V. A.; WILSON, C. L.; PUSEY, P. L.; CHAULTZ, E. Low dose UV and gamma radiation on storage rot and physicochemical changes in peaches. **Journal Food Quality**, Weinheim, v. 16, p. 301-309, 1993.

LUCKEY, T. D. **Hormesis with ionizing radiation**. Boca Raton: CRC, 1980. 222 p.

LURIE, S. Postharvest heat treatments of horticultural crops. **Horticultural Reviews**, Nova York, v. 22, p. 91-121, 1998.

LURIE, S.; FALLIK, E.; KLEIN, J. D. Postharvest heat treatment of apples to control San Jose Scale (*Quadraspidiotus perniciosus* Comstock) and blue mold (*Penicillium expansum* Link) and maintain fruit firmness. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 123, p. 110-114, 1998.

MARQUENIE, D.; LAMMERTYN, J.; GEERAERD, A. H.; SOONTJENS, C.; VAN IMPE, J. F.; NICOLAI, B. M.; MICHIELS, C. W. 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, 2002.

MAXIN, P.; KLOPP, K.; HUYSKENS-KEIL, S.; EBERT, G. Control of postharvest decay in organic grown apples by hot water treatment. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 682, p. 2153-2158, 2005.

MERCIER, J.; BAKA, M.; REDDY, B.; CORCUFF, R.; ARUL, J. Short-wave ultraviolet irradiation for control of decay caused by *Botrytis cinerea* in Bell pepper: induced resistance and germicidal effects. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 126, p. 128-133, 2001.

MOY, J. H. Radurization and radication: fruits and vegetables. In: JOSEPHSON, E. S.; PETERSON, M. S. (Ed.). **Preservation of food by ionizing radiation**. Boca Raton: CRC Press, 1983. v. 3, p. 83-108.

OSTER, A. H. **Tratamento com calor no controle de *Botryosphaeria dothidea* (Moug.) Ces. & De Not.) em maçãs cv. Fuji**. 2004. 85 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

PERKINS-VEAZIE, P.; COLLINS, J. K.; HOWARD, L. Blueberry fruit response to postharvest application of ultraviolet radiation. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 47, p. 280-285, 2008.

PORAT, R.; PAVONCELLO, D.; PERETZ, J.; WEISS, B.; DAUS, A.; COHEN, L.; BEN-YEHOSHUA, S.; FALLIK, E.; DROBY, S.; LURIE, S. Induction of resistance to *Penicillium digitatum* and chilling injury in 'Star Ruby' grapefruit by a short hot water rinse and brushing treatment. **Journal Horticultural Science & Biotechnology**, Ashford, v. 75, p. 428-432, 2000.

ROBERTS, R. G. Postharvest biological control of gray mold of apple by *Cryptococcus laurentii*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 80, p. 526-530, 1990.

RODOV, V.; BEN-YEHOSHUA, S.; ALBAGLI, R.; FANG, D. Q. Reducing chilling injury and decay of stored citrus fruit by hot water dips. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 5, p. 119-127, 1994.

SAS INSTITUTE. **Getting started with the SAS**: learning edition. : SAS, 2002. 200 p.

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

SCHIRRA, M.; D'HALLEWIN, G.; BEN-YEHOSHUA, S.; FALLIK, E. Host-pathogen interactions modulated by heat treatment. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 21, p. 71-85, 2000.

SOUZA, J. A. V. **Modelo experimental para um novo padrão de espectro de ação**. 2005. 77 p. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

SPOLTI, P.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; DEL PONTE, E. M. Meio semiseletivo para recuperação e quantificação de *Cryptosporiopsis perennans* em maçãs. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, p. 661-665, 2010.

STEVENS, C.; KHAN, V. A.; WILSON, C. L. The effect of fruit orientation of postharvest commodities following low dose ultraviolet light-C treatment on host induced resistance to decay. **Crop Protection**, Surrey, v. 24, p. 756-759, 2005.

STEVENS, C.; LIU, J.; KHAN, V. A.; LU, J. Y.; KABWE, M. K.; WILSON, C. L.; IGWEGBE, E. C. K.; CHALUTZ, E.; DROBY, S. The effects of low-dose ultraviolet light-C treatment on polygalacturonase activity, delay ripening and *Rhizopus* soft rot development of tomatoes. **Crop Protection**, Surrey, v. 23, p. 551-554, 2004.

STEVENS, C.; LU, J. Y.; KHAN, V. A.; WILSON, C. L.; CHALUTZ, E.; DROBY, S. Ultraviolet light induced resistance against postharvest diseases in vegetables and fruits. In: WILSON, C.; CHALUTZ, E. (Ed.). **Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables**. Washington, DC: USDA, 1991. p. 268-290.

STEVENS, C.; WILSON, C. L.; LU, J. Y.; KHAN, V. A.; CHALUTZ, E.; DROBY, S.; KABWE, M. K.; HAUNG, Z.; ADEYEYE, O.; PUSEY, L. P.; WISNIEWSKY, M. E.; WEST, M. Plant hormones induced by ultraviolet light C for controlling postharvest diseases of tree fruits. **Crop Protection**, Surrey, v. 15, p. 129-134, 1996.

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; MAFFIOLETTI, M.; COMPARIM, C. C.; KRASNIAK, J.; BOGO, A.; ARCARI, R. **Características e controle da podridão “olho de boi” nas maçãs do Sul do Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006. 12 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 66).

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M. **Desinfecção de água e das câmaras frigoríficas para diminuição do inóculo de *Penicillium expansum***. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1991. 20 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 21).

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M. **Podridão de frutos e cancro dos ramos causados por *Cryptosporiopsis perennans* nas macieiras**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2001. 8 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 29).

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; BECKER, W.; BONETI, J. I. S.; KATSURAYAMA, Y.; CZERMAINSKI, A. B. C. **Manejo das doenças de verão na produção integrada de maçã**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2002. 12 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 36).

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; CATTANIO, M. E. Controle biológico de *Penicillium expansum* em pós-colheita de maçãs 'Fuji'. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 29, p. 182-187, 2003.

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; KRETSCHMAR, A. A.; BORSOI, M. Avaliação de organismos antagonistas a *Penicillium* em maçãs cv. Fuji em pós-colheita. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. , p. 423-429, 1992.

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. (Embrapa Uva e Vinho. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 10).

WOLFE, R. L. Ultraviolet disinfection of potable water. **Environmental Science & Technology**, Washington, v. 24, p. 768-773, 1990.

YAUN, B. R.; SUMNER, S. S.; EIFERT, J. D.; MARCY, J. E. Inhibition of pathogens on fresh produce by ultraviolet energy. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 90, p. 1-8, 2004.

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. **SANEST**: sistema de análise estatística para microcomputadores. Pelotas: DMEC: IFM: UFPel, 1987. 138 p.

## 7. PUBLICAÇÕES GERADAS PELA ATIVIDADE

ARAÚJO, L.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; STADNIK, M. J. Avaliação de formulações de fosfito de potássio sobre *Colletotrichum gloeosporioides* in vitro e no controle pós-infeccional da mancha foliar de *Glomerella* em macieira. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 54-59, 2010.

BARTNICKI, V. A.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; CASTRO, L. A. S.; AMARANTE, C. V. T. Observação da colonização da epiderme de maçãs por *Cryptosporiopsis perennans* através de microscopia eletrônica de varredura. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO - SUL BRASIL, 1., 2010, Florianópolis. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2010.

BARTNICKI, V. A.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M. Controle de conídios de *Cryptosporiopsis perennans* com água aquecida e luz UV-C. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 32, p. S310, 2007. Suplemento. Resumo apresentado no XL Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Maringá, PR, 2007.

BARTNICKI, V. A.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M. Controle de *Cryptosporiopsis perennans* com água aquecida e luz UV-C em maçãs. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 33, p. S114, 2008. Suplemento. Resumo apresentado no XLI Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Belo Horizonte, MG, 2008.

BARTNICKI, V. A.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; AMARANTE, C. V. T. Controle de *Cryptosporiopsis perennans* com água aquecida e radiação UV-C em maçãs 'Maxi Gala' na linha de seleção. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 34, 2009. Suplemento. Resumo apresentado no XLII Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Rio de Janeiro, RJ, 2009.

BARTNICKI, V. A.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; AMARANTE, C. V. T.; CASTRO, L. A. S.; RIZZATTI, M. R.; SOUZA, J. A. V. Água aquecida e radiação UV-C no controle pós-colheita de *Cryptosporiopsis perennans* em maçãs. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 2, p. 124-131, 2010.

BARTNICKI, V. A.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A.; GARRIDO, L. da R. Uso de tratamento térmico em maçãs 'Fuji' para controle da podridão "olho-de-boi" (*Cryptosporiopsis perennans*) na pós-colheita. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA UVA E VINHO, 6.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUANDOS DA EMBRAPA UVA E VINHO, 2., Bento Gonçalves, RS. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2008.

BARTNICKI, V. A.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A.; GARRIDO, L. da R. Uso de métodos alternativos na desinfestação de *Cryptosporiopsis perennans* em maçãs 'Maxi Gala' e 'Fuji Kiku' na pós-colheita. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA UVA E VINHO, 6.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUANDOS DA EMBRAPA UVA E VINHO, 2., Bento Gonçalves, RS. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2008.

MEYER, G. A.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; SANTOS, M. C.; BARTNICKI, V. A.; NASCIMENTO, F. V.; ANDRADE, P. R. A. Oxícloreto de cálcio para desinfecção de maçãs no pomar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal, RN. **Anais...** 2010. [S.l.: s.n., 2010].

NASCIMENTO, F. V.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M.; SPOLTI, P.; BARTNICKI, V. A. Variabilidade de isolados de *Cryptosporiopsis perennans* quanto à sensibilidade ao tratamento hidrotérmico e à luz ultravioleta. In: MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UCS, 8., Vacaria. **Anais...** Vacaria: UCS, 2008.

PADILHA, M.; BARTNICKI, V. A.; AMARANTE, C. V. T.; STUPP, J. J. Incidência e severidade pós-colheita de mofo azul (*Penicillium expansum*) em maçãs 'Catarina' provenientes de pomares conduzidos nos sistemas de produção orgânica e convencional. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 12., 2011, Fraiburgo. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2011.

SPOLTI, P.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; DEL PONTE, E. M. Impacto do tratamento de inverno na incidência da podridão 'olho de boi' de maçãs. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 33, p. S151, 2008. Suplemento. Resumo apresentado no XLI Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Belo Horizonte, MG, 2008.

SPOLTI, P.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; DEL PONTE, E. M. Meio semiseletivo para recuperação e quantificação de *Cryptosporiopsis perennans* em maçãs. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 3, p. 661-665, 2010.

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M. Controle de contaminação por fungos. **Revista da Maçã**, Fraiburgo, v. 2, n. 8, p. 16-18, 2008.

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M. Higiene, refrigeração e uso de desinfestantes na pós-colheita ajudam a controlar aparecimento e disseminação de fungos e melhora a segurança das frutas e seus derivados. **Jornal da Fruta**, Lages, v. 16, n. 197, p. 22, 2008.

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M. Justificativas do manejo de inverno nos pomares de macieiras visando a redução das doenças. **Jornal da Fruta**, Lages, v. 16, n. 200, p. 5, 2008.

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M. Recomendações para o manejo de Pezicula (Olho de boi). **AGAPOMI**, Vacaria, n. 165, p. 5, 2008.

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; BARTNICKI, V. A.; AMARANTE, C. V. T. Radiação UV-Cc como tratamento pós-colheita para o controle da podridão olho-de-boi em maçãs 'Fuji' em uma linha comercial de seleção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2010.

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; BARTNICKI, V. A.; AMARANTE, C. V. T.; CASTRO, L. A. S.; RIZZATTI, M. R.; SOUZA, J. A. V. Physical methods for postharvest control of *Cryptosporiopsis perennans*. In: AMERICAN PHYTOPATHOLOGICAL SOCIETY ANNUAL MEETING, 2009, Portland. **Proceedings...** [S.l.]: APS, 2009.

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; COMPARIN, B. P.; SPOLTI, P. Controle de podridões de maçãs e de morangos com *Bacillus pumilus* e *Bacillus subtilis* no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20., Vitória, ES, 2008. **Anais...** [S.l.: SBF], 2008.

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; SANTOS, M. C.; MEYER, G. A.; BARTNICKI, V. A.; NASCIMENTO, F. V.; ANDRADE, P. R. A. Controle químico em pré-colheita de *Cryptosporiopsis perennans* em maçãs. In: **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 34, p. S82, 2009. Suplemento. Resumo apresentado no XLII Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Rio de Janeiro, 2009.

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; SPOLTI, P.; DEL PONTE, E. M. Controle do inóculo inicial para redução dos danos da podridão olho de boi em macieiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1044-1054, 2010.