**Universidade de São Paulo
Escola Superior de “Agricultura Luiz de Queiroz”**

**Quantificação de danos e controle pós-colheita de podridão parda
(*Monilinia fructicola*) e podridão mole (*Rhizopus stolonifer*) em frutos
de ameixa e nectarina**

Fabício Packer Gonçalves

**Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Agronomia. Área de concentração:
Fitopatologia**

**Piracicaba
2005**

Fabício Packer Gonçalves
Engenheiro Agrônomo

Quantificação de danos e controle pós-colheita de podridão parda (*Monilinia fructicola*) e podridão mole (*Rhizopus stolonifer*) em frutos de ameixa e nectarina

Orientadora:
Prof^a. Dra. LILIAN AMORIM

**Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Agronomia. Área de concentração:
Fitopatologia**

Piracicaba
2005

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Gonçalves, Fabrício Packer

Quantificação de danos e controle pós-colheita de podridão parda (*Monilinia fructicola*) e podridão mole (*Rhizopus stolonifer*) em frutos de ameixa e nectarina / Fabrício Packer Gonçalves. - - Piracicaba, 2005.

73 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2005.

1. Ameixa 2. Nectarina 3. Perdas agrícolas 4. Podridão – Doença de planta
5. Pós-colheita – Controle I. Título

CDD 634.22

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

A minha mãe Regina L. P. Gonçalves e ao meu pai Oraci Gonçalves, pela educação, carinho e apoio em todos os momentos da minha vida. Aos meus Irmãos Ilka e Valério pelo apoio mesmo quando distante. E a Minha Querida “Ju” que desde o início da graduação me Incentiva e, além disso, me dá muito carinho e Amor.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre ao meu lado me instruindo nos momentos de decisões mais importantes e dificuldades;

À Escola Superior de “Agricultura Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP) e ao Setor de Fitopatologia pela oportunidade de realização do curso;

À Professora Doutora Lilian Amorim, pela valiosa orientação, apoio, dedicação e principalmente paciência, durante o desenvolvimento desse trabalho;

À pesquisadora e Doutora Marise C. Martins, por abrir as portas dessa universidade através do estágio, e, além disso, apoio e colaboração na realização dos trabalhos;

À FAPESP pelo suporte financeiro através da bolsa de estudo;

A todos os professores do Departamento que sempre estiveram prontos no esclarecimento de dúvidas;

Ao ITAL em especial a doutora Eliane Benatto, pela colaboração em parte dos experimentos, lá realizados;

Ao Professor do Setor de Fisiologia Vegetal Ângelo A. Jacomino pelo espaço cedido para realização de parte do experimento;

Ao Professor do Setor de Fisiologia Vegetal Ricardo A. Kluge pelas sugestões para elaboração do projeto inicial;

A todos os funcionários do setor de fitopatologia que sempre me receberam com um sorriso ao longo das manhãs em especial a Carmem;

Ao secretário Jéferson por sempre estar disposto a nos ajudar;

À Universidade Federal de Lavras (UFLA – MG) pela formação profissional e pessoal;

Ao Professor Ludwig H. Pfenning e ao Doutorando Anderson R. Almeida pelo apoio e ensinamentos no período da graduação;

À todos os amigos do curso, em especial aqueles que iniciaram comigo, Alejandro, André, Carol, Cassiara, Cristiane, Daniel, Karen, Leonardo, Isolda e Thais, pelos agradáveis momentos de estudo em grupo;

Aos amigos de convívio diário Franklin, Rock, Silvio, Ivan, Marisa e Davi que a todo o momento estavam dispostos a me ajudar em todos os tipos de trabalho;

Às amigas Fabiana, Silvia e Eliane que através do bom humor constante sempre me incentivaram e apoiaram na realização desse trabalho;

Aos amigos da república Karraio: Guto, Daniel, Leonardo, Gustavo, Henrique, Palomo e Lucas pela amizade e o bom convívio durante os anos de graduação;

Ao amigo de moradia Gustavo Rodrigues pelo companheirismo durante os anos de mestrado.

À amiga Dona Dirce que sempre me ajuda com valiosos conselhos;

À todos os funcionários da biblioteca, em especial a Silvia Zinsy e Eliana Garcia pela paciência e bom humor na correção das referências;

A todos esses, o meu MUITO OBRIGADO!

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT	9
1 INTRODUÇÃO	10
Referências	11
2 QUANTIFICAÇÃO DE DANOS PÓS-COLHEITA EM FRUTOS DE AMEIXA E NECTARINA.....	13
Resumo	13
Abstract	14
2.1 Introdução	15
2.2 Desenvolvimento	16
2.2.1 Revisão bibliográfica	16
2.2.2 Material e métodos	18
2.2.3 Resultados	22
2.2.3.1 Quantificação de danos em ameixa nas safras 2003 e 2004	22
2.2.3.2 Quantificação de danos em nectarina nas safras 2003 e 2004	25
2.2.4 Discussão	29
2.3 Conclusões.....	32
Referências	32
3. CONTROLE PÓS-COLHEITA DE PODRIDÃO PARDA (<i>Monilinia fructicola</i>) E PODRIDÃO MOLE (<i>Rhizopus stolonifer</i>) EM FRUTOS DE AMEIXA E NECTARINA...	36
Resumo	36
Abstract	36
3.1 Introdução	38
3.2 Desenvolvimento	40
3.2.1 Revisão bibliográfica	40
3.2.1.1 Controle de doenças pós-colheita em ameixa e nectarina	40
3.2.1.2 Cálcio no controle de doenças pós-colheita	41
3.2.1.3 Cera no controle de doenças pós-colheita	43
3.2.1.4 Luz ultravioleta (UV-C) no controle de doenças pós-colheita	44

3.2.1.5 Ozônio no controle de doenças pós-colheita.....	46
3.2.2 Material e Métodos	47
3.2.2.1 Obtenção dos inóculos	47
3.2.2.2 Obtenção dos frutos e inoculação	47
3.2.2.3 Tratamento com cloreto de cálcio (CaCl_2).....	48
3.2.2.4 Tratamento com cera	49
3.2.2.5 Tratamento com luz ultravioleta (UV-C)	50
3.2.2.6 Tratamento com ozônio (O_3)	51
3.2.2.7 Avaliação dos experimentos e análise estatística	51
3.2.3 Resultados	52
3.2.3.1 Efeito do cloreto de cálcio (CaCl_2) no controle de podridão parda e podridão mole	52
3.2.3.2 Efeito da cera no controle de podridão parda e podridão mole	55
3.2.3.3 Efeito da luz ultravioleta em podridão parda e podridão mole.....	59
3.2.3.4 Efeito do ozônio em podridão parda e podridão mole	60
3.2.4 Discussão.....	62
3.3 Conclusões.....	66
Referências	66

QUANTIFICAÇÃO DE DANOS E CONTROLE PÓS-COLHEITA DE PODRIDÃO PARDA (*Monilinia fructicola*) E PODRIDÃO MOLE (*Rhizopus stolonifer*) EM FRUTOS DE AMEIXA E NECTARINA

RESUMO

Esse trabalho teve dois objetivos distintos, quantificar e caracterizar os danos pós-colheita em frutos de ameixa e nectarina na Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) e testar produtos que possam ser utilizados no controle das doenças pós-colheita podridão parda (*Monilinia fructicola*) e podridão mole (*Rhizopus stolonifer*) nestes dois frutos. Durante a safra 2003 e 2004, foram realizados 20 levantamentos de quantificação de danos em frutos de nectarina e 11 em frutos de ameixa. Em cada levantamento foram avaliados 1% do total de caixas comercializados em cinco permissionários da CEAGESP. A amostragem foi estratificada por variedade, calibre e procedência dos frutos, sendo quantificados danos mecânicos, fisiológicos e doenças pós-colheita. Para o controle da podridão parda e mole, o efeito curativo e protetor do CaCl_2 , cera e luz UV-C, em diferentes concentrações e o efeito curativo do tratamento com ozônio foram avaliados. A incidência de danos na CEAGESP em frutos de ameixa variou de 5 a 47%, e em nectarina entre 14 e 54%, considerando as safras 2003 e 2004. Tanto em ameixa como em nectarina os danos mais freqüentes foram os mecânicos, com variação de 2 a 25% em frutos de ameixa e de 7 a 30% em frutos de nectarina. Danos fisiológicos variaram de 1 a 22% e de 2 a 18% em frutos de ameixa e nectarina, respectivamente. Danos provocados por doenças variaram de 0 a 13% em frutos de ameixa e de 1 a 9% em frutos de nectarina. Entre os patógenos mais constatados figuraram fungos do gênero *Rhizopus*, *Monilinia*, *Geotrichum*, *Cladosporium*, *Fusarium* e *Alternaria*, além de bactérias. Correlação entre a incidência de frutos com dano mecânico e a incidência de frutos doentes foi constatada na safra 2004, nos dois frutos. Em ameixa, a variedade Gulfblazer apresentou maior incidência a danos mecânicos e fisiológicos. Não foi observada diferença na incidência de danos mecânicos e de doenças, entre as variedades de nectarina avaliadas na safra 2003. Na safra 2004, a incidência de danos mecânicos e fisiológicos foi superior na variedade Sunraycer comparada às demais variedades. Em relação aos produtos testados, no geral, CaCl_2 a 1%, mostrou potencial de controle das duas doenças nos dois frutos, aplicado como protetor ou curativo. A cera ECF 124 a base de carnaúba foi o produto mais eficiente, com redução de até 70% das duas doenças em ambos os frutos, principalmente quando aplicada de maneira protetora, a 9%. As doses (1,4 e 5,2 kJm^{-2}) de UV-C testadas não controlaram as doenças com resultados praticamente iguais à testemunha (dose 0,0 kJm^{-2}). A presença de ozônio não reduziu nenhuma das doenças em nenhum dos dois frutos avaliados.

Palavras-chave: *Prunus salicina*; *Prunus persica* var. *nucipersica*; perdas pós-colheita; controle alternativo

QUANTIFICATION OF DAMAGES AND CONTROL OF THE POSTHARVEST DISEASES BROWN ROT (*Monilinia fructicola*) AND SOFT ROT (*Rhizopus stolonifer*) IN PLUM AND NECTARINE FRUITS

ABSTRACT

This study had two distinct objectives, to quantify and characterize the postharvest damages in plums and nectarines in the wholesale market of São Paulo (CEAGESP), and to test products that can be used in the control of the postharvest diseases such as the brown rot (*Monilinia fructicola*) and soft rot (*Rhizopus stolonifer*) in these two fruits species. Twenty assessments in nectarine and eleven in plums were carried out in 2003 and 2004. In each year 1% of the total of boxes commercialized in five outlets of CEAGESP was assessed, considering mechanical and physiological damages and postharvest diseases. The selection of samples was conducted through stratified sampling, taking fruit cultivar, place of origin and fruit size as the stratification criteria. Curative and protective control measures of brown and soft rot were analyzed testing CaCl_2 , wax and UV-C light, in different concentrations. The ozone was studied only as curative treatment. The incidence of damages in plums at CEAGESP ranged from 5 to 47%, and in nectarines from 14 to 54%. Either in plums or in nectarines, postharvest mechanical injuries were the most frequent damages, varying from 2 to 25% in plums and from 7 to 30% in nectarines. Physiological damages ranged from 1 to 22% and from 2 to 18% in plums and nectarines, respectively. Postharvest diseases ranged from 0 to 13% in plums and from 1 to 9% in nectarines. The most frequent postharvest pathogens were *Rhizopus*, *Monilinia*, *Geotrichum*, *Cladosporium*, *Fusarium* and *Alternaria*, besides bacteria. A correlation between the incidence of mechanical damages and the incidence of postharvest diseases in 2004 in both fruits was noticed. Cultivar Gulfbazer (plum) showed more incidence of mechanical and physiological damages than Reubennel. No differences were observed in the incidence of mechanical and physiological damages among the cultivars of nectarines assessed in 2003. No difference in the susceptibility to postharvest diseases among the nectarine cultivars Sunred, Sunripe, Sunraycer and Colombina in 2003 was verified. In 2004 cv. Sunraycer showed incidence of mechanical damages significantly higher than the other varieties. Regarding the products tested, as a whole, CaCl_2 at 1% showed potential of controlling the two diseases in both kind of fruits, applied as a protective or curative measure. The carnauba wax (ECF 124) was the most efficient product, with a reduction of up to 70% of both diseases in both kind of fruits, mainly when applied as a protective agent, at 9%. The doses (1,4 e 5,2 kJm^{-2}) of UV-C tested did not control the diseases with results practically similar to the reference dose (0,0 kJm^{-2}). The presence of ozone did not reduce either of the diseases in any of the fruits evaluated.

Key words: *Prunus salicina*; *Prunus persica* var. *nucipersica*; postharvest losses; alternative control

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o consumo de frutas de caroço como ameixa e nectarina, tem crescido notavelmente. Porém, suas produções, que também se encontram em expansão, têm sido insuficientes para atender este mercado (ZANETTE; BIASI, 2004). Importações destes frutos são ainda necessárias e nossos principais fornecedores têm sido os países do Cone Sul (NAKASU; RASEIRA; CASTRO, 1997).

O Estado de São Paulo é o segundo maior produtor brasileiro de nectarina e terceiro maior produtor de ameixa (MARODIN; ZANINI, 2005; SRJ, 2005), sendo superado pelos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, respectivamente. Além da boa produção, o Estado destaca-se pela alta produtividade, que é o maior do País (MARODIN; ZANINI, 2005). Diferentemente da produção gaúcha, a produção paulista é destinada exclusivamente ao consumo *in natura*, o que exige alta qualidade dos frutos.

Ultimamente, grande atenção vem sendo dispensada à conservação pós-colheita de frutos ao invés de um maior empenho à produção, pois as perdas que podem ocorrer nesta fase podem atingir 60%, em países em desenvolvimento (VILAS BOAS, 2002). Ameixa e nectarina, por serem frutos muito sensíveis e suscetíveis a danos pós-colheita, necessitam de cuidados específicos durante as fases de pré e pós-colheita.

Os danos que geram as perdas na pós-colheita podem ser mecânicos, fisiológicos e danos provocados por patógenos. Não há no País avaliações precisas de quantificação de danos provocados por anomalias pós-colheita em ameixa e nectarina. A quantificação de danos tem como principal função facilitar a tomada de decisão por parte do produtor, do atacadista e do varejista quanto à necessidade de investimentos em medidas de prevenção, pois só é possível decidir se a adoção de uma medida de controle será lucrativa ou não após quantificar os danos causados pelas anomalias (MARTINS et al., 2005, no prelo). Justifica-se, portanto, a estimativa de danos pós-colheita, antes que medidas de controle contra esses danos sejam tomadas.

Muitas doenças pós-colheita causam podridões nos frutos, tornando-os inaproveitáveis (Gutierrez, 2005). Apesar de danos mecânicos não, por si só,

inviabilizarem o consumo do fruto, eles podem servir de porta de entrada a patógenos, predispondo os frutos às doenças pós-colheita. Dentre as principais doenças pós-colheita que incidem em frutos de ameixa e nectarina, a podridão parda, causada por *Monilinia fructicola* e a podridão mole, causada por *Rhizopus stolonifer*, destacam-se como as mais importantes (MARTINS et al., 2005).

A podridão parda enquadra-se no grupo das doenças pós-colheita quiescentes, e a podridão mole, por penetrar somente via ferimento, é uma típica doença pós-colheita (AMORIM; MARTINS; BASSETO, 2005). Essas doenças são extremamente agressivas, no sentido de rápida colonização, em frutos maduros.

O controle das doenças pós-colheita em ameixa e nectarina, até pouco tempo atrás, era realizado com a utilização de fungicidas (CHITARRA, 1997; COELHO, 1994). Atualmente, a exigência dos consumidores e órgãos ambientais por produtos livres de resíduos tóxicos, aliado a normas da Produção Integrada de Frutos (PIF), tem direcionado a pesquisa por produtos que substituam os fungicidas. Alguns produtos como cloreto de cálcio, cera a base de carnaúba, luz ultravioleta e câmara com ozônio têm mostrado bons resultados na manutenção da integridade dos frutos e na prevenção das doenças pós-colheita.

Desta forma, o presente trabalho tem dois objetivos distintos: (i) quantificação de danos pós-colheita em frutos de ameixa e nectarina e (ii) controle pós-colheita da podridão parda (*Monilinia fructicola*) e da podridão mole (*Rhizopus stolonifer*) utilizando cloreto de cálcio, cera comercial a base de carnaúba, luz ultravioleta e câmara com gás ozônio.

Referências

AMORIM, L.; MARTINS, C.M.; BASSETTO, E. Doenças e distúrbios pós-colheita de frutas de caroço. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FRUTICULTURA TEMPERADA EM REGIÃO SUBTROPICAL, 2, 2005, Paranapanema. **Palestra...** Paranapanema: Holantec, 2005. 1 CD-ROM.

CHITARRA, A.B. Qualidade, colheita e manuseio pós-colheita de frutos do pessegueiro e da ameixeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n.189, p. 68-74, 1997.

COELHO, A.H.R. Qualidade pós-colheita de pêssegos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n.180, p. 31-39, 1994.

GUTIERREZ, A.S.D. **Danos mecânicos pós-colheita em pêssego fresco**. 2005. 123 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

MARODIN, G.A.B.; ZANINI, C.L.D. Situação das frutíferas de caroço no Brasil e no mundo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FRUTICULTURA TEMPERADA EM REGIÃO SUBTROPICAL, 2., 2005, Paranapanema. **Palestra...** Paranapanema: Holantec, 2005. 1 CD-ROM.

MARTINS, M.C.; LOURENÇO, S.A; GUTIERREZ, A.S.D.; JACOMINO, A.P.; AMORIM, L. Quantificação de danos pós-colheita em pêssegos no mercado atacadista de São Paulo. **Fitopatologia Brasileira**. Recife, v. 31, 2005 No prelo.

MARTINS, M.C.; BETTI, J.A.; LEITE, R.M.V.B.C.; LEITE Jr, R.P.; AMORIM, L. Doenças das rosáceas de caroço. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de fitopatologia**. 4. ed. São Paulo: Ceres, 2005. v. 4, cap. 62, p. 545-557.

NAKASU, B.B.H.; RASEIRA, M.C.B.; CASTRO, L.A.S. Frutas de caroço: Pêssego, Nectarina e Ameixa no Brasil. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 18, n. 198, p. 18-13, 1997.

SRJ - SINDICATO RURAL DE JUNDIAÍ. Disponível em:
<<http://www.srjundiai.com.br/pessegoneectarina.htm>>. Acesso em: 16 nov. 2005.

VILAS BOAS, E.V. de B. Frutos climatéricos e não climatéricos: Implicação na pós-colheita. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS: PATOLOGIA PÓS-COLHEITA DE FRUTOS E HORTALIÇAS, 2 , 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: FAEPE, 2002. p. 9-18.

ZANETTE, L.; BIASI, F. Introdução de fruteiras de caroço. In: MONTEIRO, L.B; MIO, L.L.M.; SERRAT, M.B.; MOTTA, A.C.; CUQUEL, F.L. **Fruteiras de caroço: uma visão ecológica**. Curitiba: Reproset, 2004. cap. 1, p. 1-4.

2. QUANTIFICAÇÃO DE DANOS PÓS-COLHEITA EM FRUTOS DE AMEIXA E NECTARINA

Resumo

Danos pós-colheita em frutos de ameixa e nectarina representam um importante fator na desvalorização do produto durante a comercialização. No Brasil, há pouquíssimas avaliações de quantificação de danos pós-colheita em frutos. O objetivo deste trabalho foi quantificar e caracterizar os danos pós-colheita em frutos de ameixa e nectarina na Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP), o maior entreposto atacadista da América Latina. Durante as safras 2003 e 2004, foram realizados 20 levantamentos em frutos de nectarina e 11 em frutos de ameixa. Em cada levantamento foram avaliados 1% do total de caixas comercializadas em cinco permissionários da CEAGESP. A amostragem foi estratificada por variedade dos frutos, calibre e procedência, sendo quantificados danos mecânicos, fisiológicos e doenças pós-colheita. Foram avaliados 6.624 frutos de ameixa e 16.395 frutos de nectarina. A incidência de danos em frutos de ameixa variou de 5 a 47%, e de 14 a 54% em frutos de nectarina, considerando as safras 2003 e 2004. Os danos pós-colheita mais frequentes foram os mecânicos, variando de 2 a 25% em frutos de ameixa e de 7 a 30% em frutos de nectarina. Danos fisiológicos variaram de 1 a 22% e de 2 a 18% para frutos de ameixa e nectarina, respectivamente. Danos provocados por doenças variaram de 0 a 13% em frutos de ameixa e de 1 a 9% em frutos de nectarina. Entre os patógenos mais constatados figuraram fungos do gênero *Rhizopus*, *Monilinia*, *Geotrichum*, *Cladosporium*, *Fusarium* e *Alternaria*, além de bactérias. Foi constatada correlação entre a incidência de danos mecânicos e a incidência de doenças na safra 2004 em frutos de ameixa ($r = 0,84$) e nectarina ($r = 0,62$). As únicas variedades de ameixa avaliadas foram Gulfblazer e Reubennel, a variedade Gulfblazer apresentou maior incidência de danos mecânicos e fisiológicos, que a Reubennel. Não foi observado diferença na incidência à danos mecânicos e fisiológicos nas variedades de nectarinas amostradas em 2003. Não foi constatada diferença na suscetibilidade a doenças pós-colheita entre as variedades de nectarina Sunred, Sunripe, Sunraycer e Colombina em 2003 e 2004. Em 2004, a variedade Sunraycer apresentou incidência de danos mecânicos significativamente maior que as demais variedades.

Palavras chave: Perdas pós-colheita; *Prunus salicina*; *Prunus persica* var. *nucipersica*

QUANTIFICATION OF POSTHARVEST DAMAGES IN PLUM AND NECTARINE FRUITS

Abstract

Postharvest damages in plums and nectarines are a significant factor in the product devaluation during its commercialization. In Brazil, there are very few evaluations regarding the amount of postharvest damages in fruits. This research aimed to quantify and characterize the postharvest damages in plum and nectarines in the wholesale market of São Paulo (CEAGESP), the largest fruit and vegetables wholesale market in Latin America. Twenty assessments in nectarine and eleven in plums were carried out in 2003 and 2004. In each year 1% of the total of boxes commercialized in five outlets of CEAGESP was assessed, considering mechanical and physiological damages and postharvest diseases. The selection of samples was conducted through stratified sampling, taking fruit cultivar, place of origin and fruit size as the stratification criteria. Sixteen thousands and three hundred and twenty four nectarine and 6,624 plums fruits were assessed in 2003 and 2004. The incidence of damages in plums at CEAGESP ranged from 5 to 47%, and in nectarines from 14 to 54%. Either in plums or in nectarines, postharvest mechanical injuries were the most frequent damages, varying from 2 to 25% in plums and from 7 to 30% in nectarines. Physiological damages ranged from 1 to 22% and from 2 to 18% in plums and nectarines, respectively. Postharvest diseases ranged from 0 to 13% in plums and from 1 to 9% in nectarines. The most frequent pathogens were *Rhizopus*, *Monilinia*, *Geotrichum*, *Cladosporium*, *Fusarium* and *Alternaria*, besides the bacteria. A correlation between the incidence of mechanical damages and the incidence of postharvest diseases in 2004 in plums ($r= 0,84$) and in nectarines ($r= 0,62$) was noticed. The cultivars of plums evaluated were Gulfblazer and Reubennel. Gulfblazer showed higher incidence of mechanical and physiological damages, than Reubennel. No differences were observed in the incidence of mechanical and physiological damages among the cultivars of nectarines assessed in 2003. No difference in the susceptibility to postharvest diseases among the nectarine cultivars Sunred, Sunripe, Sunraycer and Colombina in 2003 and 2004 was noticed. In 2004 cv. Sunraycer showed incidence of mechanical damages significantly higher than the other cultivars.

Key words: Postharvest losses; *Prunus salicina*; *Prunus persica* var. *nucipersica*

2.1 Introdução

Dano pós-colheita é qualquer alteração na qualidade e/ou quantidade de um produto após sua colheita, o que acarreta diminuição no seu valor ou torna seu uso inviável nas etapas de comercialização. Os danos podem ter natureza física, fisiológica e patológica sendo expressos desde a colheita até o uso pelo consumidor (SNOWDON, 1990; KLUGE; SCARPARE FILHO; PEIXOTO 2001). Embora o ataque de microorganismos seja provavelmente a mais séria causa de perdas pós-colheita em produtos perecíveis, os danos físicos e fisiológicos predispõem, freqüentemente, os frutos ao ataque patológico (VILAS BOAS, 2002).

Frutos de ameixa e nectarina possuem alta perecibilidade e comportamento climatérico (KNEE, 2002), e a falta de cuidados específicos durante a colheita, transporte e armazenamento acarretam uma série de danos, prejudicando sua qualidade e proporcionando aumento das perdas pós-colheita. Estimativas precisas dos danos ocorridos na pós-colheita e as perdas por eles geradas nos frutos de ameixa e nectarina são escassas. Porém, algumas foram realizadas com esses frutos no mercado de Nova Iorque nos Estados Unidos da América (CEPONIS et al., 1987).

A produção paulista de ameixa e nectarina é destinada exclusivamente ao consumo *in natura*, o que exige maior qualidade dos frutos, elevando assim o custo de produção, principalmente com o uso de defensivos agrícolas e embalagens para comercialização (MAIA et al., 1996). Dessa forma, pouco importa alta produção no campo se medidas para manter a qualidade do fruto na pós-colheita não forem tomadas. Portanto, justifica-se estimar os danos pós-colheita em frutos tão perecíveis e com alto custo de produção, para facilitar a tomada de decisão por parte do produtor, do atacadista e do varejista quanto à necessidade de investimentos em medidas de controle.

A Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP), localizada na capital paulista, é o maior ponto de comercialização de frutas e hortaliças do País, sendo responsável pela comercialização 12 % da produção brasileira. Na safra 2003, a CEAGESP comercializou 16.082 toneladas de ameixa e 5.467 toneladas de nectarina. Em 2004, 17.111 toneladas de ameixa e 5.188 toneladas de nectarina,

foram comercializadas (FNP, 2005). Este mercado representa então, um excelente ponto de amostragem para levantamentos de distúrbios pós-colheita.

Assim, os objetivos desse estudo foram identificar e quantificar as anomalias pós-colheita de ameixa e nectarina produzidas no Estado de São Paulo, durante a comercialização atacadista na CEAGESP paulistana nas safras 2003 e 2004.

2.2 Desenvolvimento

2.2.1 Revisão bibliográfica

Ameixa e nectarina são frutas de clima temperado, pertencentes à família Rosaceae e ao gênero *Prunus*. O Estado de São Paulo é o segundo maior produtor brasileiro de nectarina e o terceiro maior produtor de ameixa, com produção de 18 mil toneladas de nectarina e 7 mil toneladas de ameixa em 2005 (MADAIL; MARTINS, 2005; MARODIN; ZANINI, 2005; SRJ, 2005). A região de maior produção no Estado é a de Sorocaba, onde se destacam os municípios de Paranapanema e Guapiará (BARBOSA et al., 2003a).

Os frutos de ameixa e nectarina após serem colhidos, apresentam uma ascensão na atividade respiratória e na produção de etileno, ou seja, amadurecem após a colheita, característica conhecida como climatérico. Esse fato, aliado ao elevado teor de água, apresentado pelos frutos frescos (75-95%), torna-os muito suscetíveis a danos mecânicos, fisiológicos e patológicos (VILAS BOAS, 2002), o que acarreta consideráveis perdas na pós-colheita.

Em países sub-desenvolvidos e em desenvolvimento, as estimativas de perdas pós-colheita são alarmantes, podendo atingir a casa dos 60% (VILAS BOAS, 2002). De acordo com vários autores (WILSON et al., 1994; BENATO, 1999; DURIGAN, 1999), as perdas pós-colheita em frutos tropicais e subtropicais são da ordem de 10 a 50 %, o que segundo Benato (1999), equivale a um prejuízo de 10 milhões de toneladas/ano em função do produto, da região produtora e da tecnologia empregada para a produção. Entretanto, não há quantificação precisa desses danos (redução na qualidade ou quantidade) e dessas perdas pós-colheita. Segundo Durigan (1999), as desordens podem ocorrer na colheita (4-12%); no “packing house” (5-15%), no transporte (2-8%), na comercialização (3-10%) e no consumo (1-5%).

Há pouquíssimas avaliações de danos provocados por anomalias pós-colheita em ameixas e nectarinas nas diferentes fases da cadeia produtiva. Levantamentos realizados em frutos de ameixa e nectarina no mercado de Nova Iorque nos Estados Unidos da América constataram dano mecânico por prensagem de frutos de nectarina em 72,7% dos carregamentos que chegaram naquele mercado no período de 1972 a 1985 (CEPONIS et al., 1987). No mesmo trabalho foi constatada prensagem em frutos de ameixa em 25,7% dos carregamentos.

No Brasil, um recente e inédito estudo realizado com pêssegos por Martins et al. 2005 (no prelo) constatou uma variação de danos na ordem de 4,9 a 44,5%, de um total de 39.975 frutos avaliados na CEAGESP. Esse estudo mostrou que os danos provocados por doenças variaram de 2,4 a 15,2% e, que houve correlação entre a frequência de frutos com danos mecânicos e a frequência de frutos doentes.

Silva et al. (2003), quantificando perdas de bananas em supermercados, quitandas e feiras livres no município de Botucatu, verificaram perda global de 39 toneladas, atingindo um valor de R\$ 35.038,00 reais, somente para esse município. Lana et al. (1999), quantificando danos pós-colheita em frutos de pimentão no mercado varejista de Brasília, observaram que 64% dos frutos avaliados já chegavam ao supermercado com algum tipo de dano. A principal causa das perdas foi devido a danos mecânicos e doenças.

Os danos pós-colheita podem ser divididos em mecânicos, fisiológicos e patológicos. Apesar de muitas vezes negligenciados, os danos mecânicos podem ser o primeiro passo para o surgimento dos danos patológicos. Os danos fisiológicos consistem em danos naturais, e são influenciados principalmente por condições ambientais inadequadas, como nutrição e umidade. Já os danos patológicos são provocados por patógenos de pós-colheita, e seu aparecimento, na maioria das vezes, está ligado aos danos mecânicos que predispõem os frutos ao ataque de patógenos (VILAS BOAS, 2000).

Segundo Gutierrez (2005), as doenças são o principal dano pós-colheita, uma vez que, impedem o consumo e a comercialização do fruto. Além disso, um fruto doente serve de fonte de inóculo para outros. As principais doenças pós-colheita que

incidem em frutos de ameixa e nectarina são podridão parda e podridão mole (MARTINS et al., 2005).

A podridão parda, causada por *Monilinia fructicola* (Wint.) Honey, é uma das principais doenças da cultura tanto em pré como em pós-colheita. O patógeno pode infectar flores, frutos e ramos da planta. Em frutos imaturos, o fungo pode penetrar por estômatos ou diretamente pela cutícula, podendo permanecer quiescente e manifestar sintomas na pós-colheita. O sintoma no fruto é caracterizado por uma lesão encharcada e circular, que aumenta rapidamente de tamanho, recoberta de esporos de coloração parda acinzentada. Em poucos dias o fungo apodrece tornando-se mumificado (MARTINS et al., 2005).

A podridão mole causada por *Rhizopus stolonifer* (Erhend.:Fr.) Vuill, é uma típica doença pós-colheita, podendo causar danos de até 50%. O sintoma no fruto é uma podridão mole e aquosa na polpa do fruto, ficando a superfície recoberta por esporangióforos e esporângios do fungo. Ao contrário de *M. fructicola* esse fungo só penetra via ferimentos, e seu crescimento sobre o fruto é extremamente rápido, podendo apodrecer um fruto em dois dias, dependendo do estágio de maturação (MARTINS et al., 2005).

2.2.2 Material e métodos

Semanalmente, durante as safras de 2003 e 2004, foram realizados levantamentos de anomalias pós-colheita junto a cinco permissionários da CEAGESP, SP. O levantamento foi feito em aproximadamente 1% das caixas de frutos comercializados, selecionados por amostragem estratificada, utilizando como critério de estratificação a variedade da fruta, o calibre e o local de procedência do produto. Cada caixa de ameixa ou nectarina correspondeu a uma amostra. Durante os levantamentos, todos os frutos de cada amostra foram vistoriados. Quando prontamente identificada, a desordem foi computada na ficha de avaliação; se a desordem fosse de causa duvidosa, o fruto era identificado por um número seqüencial, acondicionado em embalagens plásticas e transportado à ESALQ. Na ficha de avaliação foram coletadas as seguintes informações: datas de colheita e avaliação, município de procedência, nome do produtor, variedade, classe ou calibre, tipo de

embalagem (caixas de madeira, papelão ou plástico), tipo de acondicionamento dos frutos na embalagem (granel ou em bandejas plásticas) e número de frutos por amostra.

Os frutos que foram encaminhados à ESALQ, com suspeita de desordens de origem biótica, foram submetidos à câmara úmida por 24 horas. Após esse período, a câmara úmida foi retirada e os frutos submetidos à nova análise visual. Quando havia dúvidas sobre a doença em questão, lâminas foram preparadas com estruturas do patógeno, para sua identificação sob microscópio óptico. Se necessário, um período adicional de mais 24 horas de câmara úmida era mantido.

Para frutos de ameixa foram realizados 11 levantamentos da incidência de danos pós-colheita no período de outubro a dezembro, totalizando 1.629 frutos na safra 2003 e 4.995 frutos na safra 2004 (Tabela 1). As variedades de ameixa vistoriadas foram Gulfblaze e Reubennel. Na safra 2003, a variedade Gulfblaze correspondeu por 71,6% dos frutos avaliados e na safra 2004, a variedade mais avaliada foi Reubennel com 61,6% dos frutos avaliados.

Para frutos de nectarina foram realizados 20 levantamentos da incidência de danos no período de setembro a dezembro de 2003, totalizando 10.618 frutos na safra 2003 e 5.777 frutos na safra 2004 (Tabela 2). As variedades de nectarina mais avaliadas foram Colombina, Sunripe, Sunraycer e Sunred (Tabela 3). Além dessas, foram vistoriados frutos das variedades Josefina, Centenária e Rosalina (Tabela 3).

Os dados foram armazenados em planilhas eletrônicas (Excel) e as desordens subdivididas em: danos mecânicos pós-colheita, doenças pós-colheita e danos fisiológicos. Os danos mecânicos incluíam batida, prensado, lesão não cicatrizada e lesões causadas por unha. Danos fisiológicos incluíam fenda sutural, verruga, deformação, rachadura, mancha, desidratado, passado e imaturo. As doenças pós-colheita compreenderam a podridão parda, podridão mole e podridões causadas por *Geotrichum*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Fusarium*, além de antracnose e bacteriose.

A incidência semanal de danos mecânicos foi correlacionada à incidência semanal de doenças tanto em ameixa como em nectarina, na safra 2004. Comparou-se a incidência de danos mecânicos, fisiológicos e de doenças, entre as variedades de ameixa e nectarina com maior volume de comercialização na soma das duas safras

para ameixa e separadamente para nectarina, por meio do teste de F. Esses dados foram submetidos à transformação arco seno antes de serem comparados.

Tabela 1 - Datas de amostragem, número de frutos de ameixa e caixas examinadas em cada avaliação nas safras 2003 e 2004 na CEAGESP da cidade de São Paulo

Data de avaliação (Safrá 2003)	Caixas amostradas	Frutos amostrados	Data de avaliação (Safrá 2004)	Caixas amostradas	Frutos amostrados
29/out.	3	324	06/out.	7	1263
05/nov.	3	258	22/out.	5	1002
12/nov.	4	468	05/nov.	2	254
17/nov.	4	482	19/nov.	3	495
01/dez.	1	97	01/dez.	6	680
-	-	-	21/dez.	9	1301
Total	15	1629	Total	32	4995

Tabela 2 - Datas de amostragem, número de caixas e de frutos de nectarina vistoriadas nas safras 2003 e 2004 na CEAGESP da cidade de São Paulo

Data de avaliação (Safr 2003)	Caixas amostradas	Frutos amostrados	Data de avaliação (Safr 2004)	Caixas amostradas	Frutos amostrados
24/set.	3	386	06/Set.	4	252
30/set.	5	427	22/Set.	10	767
08/out.	15	1692	01/Out.	10	968
15/out.	13	1376	06/Out.	12	987
22/out.	8	986	22/Out.	10	844
29/out.	8	691	29/Out.	11	892
05/nov.	16	1395	05/Nov.	10	736
12/nov.	12	907	19/Nov.	5	331
17/ nov.	10	793	-	-	-
26/ nov.	7	783	-	-	-
01/dez	7	715	-	-	-
17/dez.	4	467	-	-	-
Total	108	10618	Total	72	5777

Tabela 3 - Representatividade (porcentagem) de cada variedade de nectarina no total de amostras analisadas nas safras 2003 e 2004 na CEAGESP cidade de São Paulo

Safr 2003		Safr 2004	
Variedade	Amostras analisadas (%)	Variedade	Amostras analisadas (%)
Colombina	34,4	Sunraycer	37,4
Sunripe	20,4	Sunripe	28,8
Sunred	16,2	Colombina	27,5
Josefina	14,9	Josefina	4,1
Centenária	11,6	Centenária	2,2
Rosalina	2,6	-	-

2.2.3 Resultados

2.2.3.1 Quantificação de danos em ameixa nas safras 2003 e 2004

Na safra 2003, os danos pós-colheita, expressos em porcentagem, variaram de 8 a 47% , oscilando conforme a data de avaliação (Figura 1). Os danos mecânicos foram os mais freqüentes variando de 6 a 25%, seguido dos danos fisiológicos (1 a 22%) e das doenças, que tiveram variação de 0 a 1% nessa safra (Figura 1). As médias dos danos contabilizados durante as cinco avaliações foram 13 % para danos mecânicos, 12% para danos fisiológicos, e 0,4 % para doenças pós-colheita.

As doenças pós-colheita tiveram incidência muito baixa, entretanto, quando presente, a porcentagem maior de incidência foi de patógenos dos gêneros *Geotrichum* e *Cladosporium* (Figura 2). Nessa safra, as podridões de *Cladosporium* e *Geotrichum* apresentaram incidência média de 22%, em relação ao total de frutos doentes, seguida de uma bactéria não identificada com 4% e *Rhizopus* com 2%.

Em 2003 não foi feita análise de correlação entre incidência de danos mecânicos e doença pós-colheita, pois a incidência das doenças foi muito baixa.

Figura 1 - Porcentagem de danos pós-colheita em amostras de ameixa nas diferentes datas de avaliação, na safra 2003 avaliadas na CEAGESP da cidade de São Paulo

Figura 2 - Incidência de doença em frutos de ameixa (% de frutos infectados por um patógeno em relação ao total de frutos doentes) nas diferentes datas de avaliações na safra 2003

Na safra 2004, a frequência de danos pós-colheita nos frutos de ameixa variou de 5 a 29% (Figura 3). Novamente, os danos mecânicos pós-colheita foram os mais frequentes variando de 2 a 17%, seguidos dos danos provocados por doenças pós-colheita que variaram de 2 a 13%, e dos danos fisiológicos, que variaram de 1 a 7%, (Figura 3).

Nessa safra, foi observada correlação entre a incidência de frutos com danos mecânicos e a incidência de frutos com doença pós-colheita, nas diferentes avaliações ($r = 0,84$). As médias dos danos contabilizados durante as seis avaliações foram 8% para os danos mecânicos, 7% para doenças e 3% para danos fisiológicos.

As doenças pós-colheita foram responsáveis por maior porcentagem de dano que na safra anterior. Novamente, o patógeno do gênero *Cladosporium* teve maior incidência média durante as avaliações (45,50%), seguido de *Monilinia* (24,50%), *Rhizopus* (5,17%), *Geotrichum* (2,17%) e bactéria (1,83%) (Figura 4). Durante a quantificação na safra 2004, o patógeno *Cladosporium* esteve presente em todas as datas de avaliações (Figura 4).

A incidência de danos mecânicos e de danos fisiológicos foi significativamente maior na variedade Gulfblazer do que na variedade Reubennel, na média das avaliações da safra 2003 e 2004 (Figura 5).

Do total de frutos de ameixa avaliados nas duas safras, 48% foram provenientes do município de Paranapanema e 28% de Itapetininga, o restante foram oriundos dos municípios de Pilar do Sul, Avaré e Jarinú.

Figura 3 - Porcentagem de danos pós-colheita em amostras de ameixa nas diferentes datas de avaliação, na safra 2003 avaliados na CEAGESP da cidade de São Paulo

Figura 4 - Incidência de doença em frutos de nectarina (% de frutos infectados por um patógeno em relação ao total de frutos doentes) nas diferentes datas de avaliações na safra 2004

Figura 5 – Incidência de danos pós-colheita, nas variedades Gulfblaze e Reubennel em 2003 e 2004. Colunas seguidas das mesmas letras, para o mesmo tipo de dano, não diferem entre si, a nível de 5% pelo teste de Tukey

2.2.3.2 Quantificação de danos em nectarina nas safras 2003 e 2004

Na safra 2003, os danos pós-colheita, expressos em porcentagem variaram de 15 a 54%, nas 12 avaliações realizadas (Figura 6). Os danos pós-colheita mais freqüentes foram os mecânicos (7 a 30%), seguidos dos danos fisiológicos (3 a 18%) e das doenças (1 a 9%) (Figura 6). As médias dos danos contabilizados durante as avaliações foram 13% para danos mecânicos pós-colheita, 8% para danos fisiológicos e 5% para doenças pós-colheita.

Os patógenos mais freqüentes nos frutos de nectarina foram bactérias, com 27% de incidência em média nas avaliações, seguidas de fungos dos gêneros *Cladosporium* (16%), *Geotrichum* (13%), *Monilinia* (12%) e *Rhizopus* (6%) (Figura 7). Podridões de bactéria e *Cladosporium*, além de serem as doenças mais freqüentes nos frutos de nectarina, foram as únicas que apresentaram incidência em todas as datas de avaliações (Figura 7).

Não houve diferença significativa, nas incidências de danos mecânicos e de doenças, entre as variedades de nectarina mais avaliadas (Colombina, Sunripe e Sunred) na safra 2003 (Figura 8). Entretanto, a incidência de danos fisiológicos foi significativamente inferior na variedade Colombina do que nas outras (Figura 8).

Figura 6 - Porcentagem de danos pós-colheita em amostras de nectarina nas diferentes datas de avaliação, na safra 2003 avaliados na CEAGESP da cidade de São Paulo

Figura 7 - Incidência de doença em frutos de nectarina (% de frutos infectados por um patógeno em relação ao total de frutos doentes) nas diferentes datas de avaliações na safra 2003

Figura 8 – Incidência de danos pós-colheita nas variedades de nectarina Colombina, Sunred e Sunripe, na safra 2003. Colunas seguidas das mesmas letras, para o mesmo tipo de dano, não diferem entre si, a nível de 5% pelo teste de Tukey

Durante a safra 2004, o total de danos pós-colheita variou de 14 a 29% no decorrer das avaliações (Figura 9). Os danos mecânicos foram os mais freqüentes, variando de 9 a 17%, seguidos dos danos fisiológicos (2 a 7%) e das doenças que variaram de 1 a 6% (Figura 9). Foi constatada correlação entre a freqüência de frutos com danos mecânicos e a freqüência de frutos com doença pós-colheita nas diferentes amostras ($r = 0,62$). As médias dos danos contabilizados durante as avaliações de 2004, foram 13% para danos mecânicos, 4% para danos fisiológicos, 3% para doenças pós-colheita.

Podridões de *Cladosporium* e de bactéria apresentaram maior média de incidência durante a safra 2004 com 19,5 e 19,13%, respectivamente (Figura 10). Além desses patógenos, foram detectados *Geotrichum*, em 12,75% dos frutos, *Monilinia*, em 9,75% e *Rhizopus*, em 3,75% dos frutos na média das avaliações. Apenas *Cladosporium* foi encontrado em todas as datas de avaliações, sendo sua incidência maior nas quatro primeiras (Figura 10).

Não houve diferença significativa para as três variedades de maior comercialização (Sunraycer, Sunripe e Colombina) em relação à suscetibilidade a doenças pós-colheita (Figura 11). Entretanto, a variedade Sunraycer apresenta maior

incidência de danos mecânicos e fisiológicos, quando comparada com as variedades Sunripe e Colombina, respectivamente (Figura 11).

Do total de frutos de nectarina avaliados nas duas safras, 96% foram provenientes do município de Paranapanema.

Figura 9 - Porcentagem de danos pós-colheita em amostras de nectarina nas diferentes datas de avaliação, na safra 2004 avaliados na CEAGESP da cidade de São Paulo

Figura 10 - Incidência de doença em frutos de nectarina (% de frutos doentes) nas diferentes datas de avaliações na safra 2004

Figura 11 – Incidência de danos pós-colheita nas variedades de nectarina, Sunraycer, Colombina e Sunripe, na safra 2004. Colunas seguidas das mesmas letras, para o mesmo tipo de dano, não diferem entre si, a nível de 5% pelo teste de Tukey

2.2.4 Discussão

Os danos mecânicos foram os mais freqüentes e os que apresentaram maior média de incidência durante as duas safras, tanto em ameixa como em nectarina. Segundo Bleinroth; Sigrist e Ardito (1992), o dano mecânico é o maior responsável por perdas pós-colheita em frutas tropicais. Os danos pós-colheita podem gerar, para os produtores, prejuízos na produção, diminuindo a quantidade de frutas comercializadas, assim como a sua qualidade, com conseqüente redução no preço. Além disso, danos mecânicos podem funcionar como porta de entrada para diversos patógenos (BOYETTE et al., 2004).

Ceponis et al. (1987) inspecionaram danos pós-colheita em frutos de ameixa e nectarina no mercado atacadista de Nova Iorque, durante 13 anos, de 1972 a 1985. Os autores relataram que, nos carregamentos de nectarina amostrados, 13,4% apresentavam podridão mole e 1,2% podridão parda. Em frutos de ameixa, 1,2% dos carregamentos apresentavam podridão mole e apenas 0,3% podridão parda. Em função da diferença na metodologia empregada, é difícil compararmos nosso estudo com o trabalho realizado por Ceponis et al. (1987). Enquanto, no nosso trabalho, os frutos foram submetidos a câmara úmida por 24 ou 48 horas, para induzir o

desenvolvimento dos patógenos, os frutos do relato americano foram inspecionados apenas durante o desembarque no mercado atacadista. Outro ponto a destacar é que, nos Estados Unidos, ameixa e nectarina são comercializados sob refrigeração, o que atrasa ou impede o desenvolvimento dos patógenos (CRISOSTO et al., 2001). No Estado de São Paulo, a quase totalidade de ameixas e nectarinas é transportada em caminhões sem refrigeração (GUTIERREZ, 2005). Apesar das diferenças metodológicas existentes nos dois trabalhos, é interessante fixar que em ambos a frequência de danos mecânicos foi muito mais significativa do que a incidência de doenças.

Os níveis de danos pós-colheita em frutos de ameixa (8 a 47%) e nectarina (15 a 54%) na safra 2003 foram superiores aos danos em pêssegos (4,9 a 44,5%) relatados no trabalho realizado por Martins et al. 2005 (no prelo) na CEAGESP, na mesma safra, sob mesma metodologia. Esse resultado, de certa forma, está de acordo com a literatura, que propõe maior suscetibilidade a distúrbios pós-colheita em frutos de nectarina do que em frutos de pêssego (SALUNKE; DESAI, 1984; ECKERT; OGAWA, 1988).

A correlação observada na safra 2004 para frutos de ameixa ($r = 0,84$) e nectarina ($r = 0,62$), entre a incidência de frutos com dano mecânico e a incidência de frutos com doenças pós-colheita, indica que as doenças típicas pós-colheita que penetram via ferimento, prevaleceram em relação à doença quiescente causada por *M. fructicola*. Portanto, isso sugere que o foco do controle das doenças pós-colheita, no Estado de São Paulo deve ser voltado à redução de ferimentos nos frutos.

A incidência de *Cladosporium* sp. em todas as avaliações, nas duas safras, nos frutos de ameixa e nectarina, contradiz, de certa forma a literatura, pois, segundo Fortes, (2003); May de Mio; Garrido e Ueno, (2004) os patógenos de maior incidência em frutos de ameixa e nectarina são do gênero *Monilinia* sp. e *Rhizopus* sp. É importante ressaltar que, apesar de *Cladosporium* sp. ter apresentado alta incidência nos frutos, a lesão provocada por ele é pequena e sempre ocorre sobre ferimentos. Além disso, sua colonização e disseminação são muito lentas, acarretando em injúria de menor magnitude quando comparada à de patógenos como *Monilinia* e *Rhizopus*, que possuem colonização e disseminação rápidas em frutos maduros.

Neste estudo, a incidência média de danos fisiológicos (7,5% em ameixa e 6% em nectarina), foi maior do que a constatada na quantificação de danos em pêssego realizada por Martins et al. 2005 (no prelo). Entretanto, a fenda sutural e a deformação de frutos foram as deformações fisiológicas mais constadas em ambos os trabalhos. A fenda sutural é uma desordem ligada ao fator varietal, o estresse hídrico associado a altas temperaturas é uma condição que aumenta sua incidência. Segundo Kluge et al. (2002), o problema pode ser minimizado através da irrigação adequada nos pomares nos meses mais quentes e secos.

A firmeza da polpa da variedade Gulfblazer no momento da colheita (13 libras) é superior a da variedade Reubennel (10,5 libras) (BARBOSA et al., 2003b; KLUGE; BILHALVA; CANTILLANO, 1996). Portanto, possivelmente, a maior incidência aos danos mecânicos observada na variedade Gulfblazer, seja devida ao estágio de maturação mais avançado no qual essa variedade encontrava-se, no momento da avaliação, em relação a Reubennel, pois, quanto mais maduro o fruto estiver, menor será a firmeza da polpa, e assim, a suscetibilidade aos danos será maior. Não foram encontrados na literatura os valores da firmeza da polpa das variedades de nectarina avaliadas neste estudo. Portanto, a maturação mais avançada pode explicar a maior incidência de danos mecânicos na variedade Sunraycer em relação as demais. Entretanto, é válido ressaltar que nesse estudo não foram realizadas avaliações do estado de maturação das variedades de ameixa e nectarina.

A qualidade dos frutos pós-colheita depende de fatores ligados ao início da formação do pomar até o momento da colheita. A partir daí, as técnicas pós-colheita (manuseio, transporte, embalagem entre outros) servirão apenas para manter a qualidade do fruto. Assim, a quantificação de danos é o primeiro passo a ser tomado visando redução dos distúrbios pós-colheita. Neste trabalho, verificou-se que a melhoria da qualidade de frutos de ameixa e nectarina depende de mudanças na colheita, processamento e transporte dos frutos, de forma a reduzir os danos mecânicos provocados por impactos de origem diversa. A redução em danos mecânicos é a principal medida que deve ser recomendada aos produtores do Estado de São Paulo.

2.3 Conclusões

- A incidência de doenças pós-colheita em frutos de ameixa e nectarina está diretamente relacionada à incidência de danos mecânicos. Como consequência, qualquer medida para redução de injúria auxilia no controle de doenças.

Referências

- BARBOSA, W.; POMMER, C.V.; RIBEIRO, D.; VEIGA, R.F.A.; COSTA, A.A. Distribuição geográfica e diversidade varietal de frutíferas e nozes de clima temperado no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 341-344, 2003a.
- BARBOSA, W.; VEIGA, R.F.A.; KOBAYASHI, M.R.; OJIMA, M.; DALLORTO, F. A.C. ; CASTRO, J.L. Caracterização da nectarina Nova Rubro-sol e da ameixa Gulfbreeze, introduzidas da Flórida. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: S.ed. 2003b. 1 CD-ROM
- BENATO, E.A. Controle de doenças pós-colheita em frutos tropicais. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 25, n. 1, p. 90-93, 1999.
- BLEINROTH, E.W.; SIGRIST, J.M.M.; ARDITO, E.F.G. **Tecnologia de pós-colheita de frutas tropicais**. Campinas: ITAL, 1992. 203 p. (CATI. Manual Técnico, 9).
- BOYETTE, M. D.; RITCHIE, D. F.; CARBALLO, I.N.I.A.; BLANKENSHIP, S.M.; SANDERS, D.C. **Chlorination and postharvest disease control**. Disponível em: <http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/chlorination.htm>. Acesso em: 8 set. 2004.
- CEPONIS, M.J.; CAPPELLINI, R. A.; WELLS, J. M.; LIGHTNER, G.W. Disorders in plum, peach, and nectarine shipments in the New York market, 1972-1985. **Plant Disease**, St. Paul, v. 71, p. 947-952, 1987.
- CRISOSTO, C.H.; SLAUGHTER, D.; GARNER, D.; BOYD, J. Stone fruit critical bruising thresholds. **Journal of the American Pomological Society**, University Park, v. 55, n. 2, p. 76-81, 2001.

DURIGAN, J.F. Uso da modificação da atmosfera no controle de doenças. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 25, n. 1, p. 83-88, 1999.

ECKERT, J.W.; OGAWA, J.M.; The chemical control of postharvest disease: deciduous fruits, berries, vegetables and root/tuber crops. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 26, p. 433-469, 1988.

FNP CONSULTORIA E COMÉRCIO **Agrianual** 2005: anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo, 2005. 520 p.

GUTIERREZ, A.S.D. **Danos mecânicos pós-colheita em pêssago fresco**. 2005. 123 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

FORTES, F.J. Doenças pós-colheita. In: CANTILLANO, F.F. **Ameixa: pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA, 2003. p. 31.

KLUGE, R.A.; BILHALVA, A.B.; CANTILLANO, R.F.F. Armazenamento refrigerado de ameixas 'Reubennel'(Prunus salicina Lindl.): efeitos do estágio de maturação e do polietileno. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 53, n. 2/3, p. 226-231, 1996.

KLUGE, R. A.; SCARPARE FILHO, J. A.; PEIXOTO, C.P. **Distúrbios fisiológicos em frutos**. Piracicaba: FEALQ, 2001. v. 1, 56 p.

KLUGE, R.A.; NACHTIGAL, J.C; FACHINELLO, J.C; BILHALVA. A.B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado** 2. ed. Campinas: Rural, 2002. 214 p.

KNEE, M. (Ed.). **Fruit quality and its biological basis**. Boca Raton: CRC Press, 2002. 279 p.

LANA, M.M.; NASCIMENTO, E.F.; MOITA, A.W.; SOUZA, S.G.; MELO, M.F. de. Metodologia para quantificação e caracterização das perdas pós-colheita de pimentão no varejo. **Pesquisa Agropecuária**, Brasília, v. 37, p. 1-8, dez.1999.

MADAIL, M.C.J.; MARTINS, R.C. Mercado nacional e internacional. In: CANTILLANO, F.F. **Ameixa: pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA, 2003. p. 10-12.

MAIA, M.L.; AMARO, A.A.; GONÇALVES, J.S.; SOUZA, S.A. Produção e mercado de pêra e pêssego no Brasil. **Informações Econômicas**. São Paulo, v. 26, p. 33-48, 1996.

MARODIN, G.A.B.; ZANINI, C.L.D. Situação das frutíferas de caroço no Brasil e no mundo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FRUTICULTURA TEMPERADA EM REGIÃO SUBTROPICAL, 2, 2005, Paranapanema. **Palestra...** Paranapanema: Holantec, 2005. 1 CD-ROM.

MARTINS, M.C.; BETTI, J.A.; LEITE, R.M.V.B.C.; LEITE JUNIOR, R.P.; AMORIM, L. Doenças das rosáceas de caroço. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de fitopatologia**, 4. ed. São Paulo: Ceres, 2005. cap. 62, v. 4, p. 545-557.

MARTINS, M.C.; LOURENÇO, S.A.; GUTIERREZ, A.S.D.; JACOMINO, A.P.; AMORIM, L. Quantificação de danos pós-colheita em pêssegos no mercado atacadista de São Paulo. **Fitopatologia Brasileira**. Recife, v. 31, 2005 No prelo.

MAY DE MIO, L.L.; GARRIDO, L.; UENO, B. Doenças de fruteiras de caroço. In: MONTEIRO, L.B.; MIO, L.L.M.; SERRAT, M.; MOTTA, A.C.; CUQUEL, F.L. **Fruteiras de caroço: uma visão ecológica**. Curitiba: Reproset, 2004. cap. 10, p. 169-222.

SALUNKE, D. K.; DESAI, B. B. **Postharvest biotechnology of fruits**. v.2. Boca Raton: CRC Press, 1984. v. 2, 147 p.

SILVA, C.S.; PEROSA, J.M.Y.; RUA, P.S.; ABREU de, C.L.H.; PÂNTANO, S.C.; VIEIRA, C.R.Y.I.; BRIZOLA, R.M.O. Avaliação econômica das perdas de banana no mercado varejista: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 229-234, 2003.

SNOWDON, A.L. **A colour atlas of post-harvest diseases & disorders of fruits & vegetables**: general introduction & fruits. London: Wolfe Scientific, 1990. v.1, 302 p.

SRJ - SINDICATO RURAL DE JUNDIAÍ. Disponível em:
<<http://www.srjundiai.com.br/pessegonectarina.htm>>. Acesso em: 16 nov. 2005.

VILAS BOAS, E.V.B. **Perdas pós-colheita**. Lavras: FAEPE, 2000. 64 p.

VILAS BOAS, E.V.B. Frutos climatéricos e não climatéricos: Implicação na pós-colheita. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS: PATOLOGIA PÓS-COLHEITA DE FRUTOS E HORTALIÇAS, n. 2, 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: FAEPE, 2002. p. 9-18.

WILSON C.L.; ELGHAOUTH, A.; CHALUTZ, E.; DROBY, S.; STEVENS, C.; LU, JY.; KHAN, V.; ARUL, J. Potential of induced resistance to control postharvest diseases of fruits and vegetables. **Plant Disease**, St. Paul, v. 78, n. 9, p. 837-844, 1994.

3. CONTROLE PÓS-COLHEITA DE PODRIDÃO PARDA (*Monilinia fructicola*) E PODRIDÃO MOLE (*Rhizopus stolonifer*) EM FRUTOS DE AMEIXA E NECTARINA

Resumo

Com o objetivo de testar produtos que possam ser utilizados no controle de doenças pós-colheita, foram realizados ensaios com cloreto de cálcio (CaCl_2), cera a base de carnaúba, luz ultravioleta (UV-C) e câmara com gás ozônio para o controle da podridão parda (*Monilinia fructicola*) e podridão mole (*Rhizopus stolonifer*) em frutos de ameixa e nectarina. Avaliou-se o efeito curativo e protetor de CaCl_2 , cera e luz UV-C, e o efeito curativo do tratamento com ozônio. No ensaio protetor, os frutos foram feridos com agulha hipodérmica, imersos por três minutos em solução de CaCl_2 (0;1; 2; e 3%), cera (0; 4,5% e 9%), e submetidos a irradiação UV-C (254nm) nas doses de 0,0; 1,4 e 5,2 kJm^{-2} durante 0; 1,0 e 5,0 minutos respectivamente, sendo posteriormente inoculados com *M. fructicola* ou *R. stolonifer* com 30 μL de uma suspensão de 10^5 conídios/mL. Após o tratamento, os frutos permaneceram em câmara úmida por 4 horas. No ensaio curativo, os frutos foram feridos, inoculados com *M. fructicola* ou *R. stolonifer* e mantidos em câmara úmida por 4 horas para depois serem submetidos ao tratamento com CaCl_2 , cera, luz UV-C e câmara de ozônio na concentração de (0,01 ppm). As variáveis avaliadas foram incidência para as podridões parda e mole, e severidade para podridão parda. Os frutos foram avaliados 3 a 5 dias após serem inoculados, variando conforme a doença estudada. Os frutos dos tratamentos com CaCl_2 e cera foram mantidos em temperatura e umidade ambiente, e os frutos do tratamento com UV-C e ozônio foram acondicionados em câmaras com temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $90 \pm 5\%$. A incidência das doenças foi analisada por meio do teste não paramétrico de comparação de duas ou múltiplas proporções e a severidade analisada com teste de Tukey. Em geral, CaCl_2 a 1% mostrou potencial de controle das duas doenças nos dois frutos, aplicado tanto como protetor ou curativo. A cera ECF 124 a base de carnaúba foi o produto mais eficiente, com redução de até 70% das duas doenças em ambos os frutos, principalmente quando aplicada de maneira protetora. As doses de UV-C testadas não controlaram as doenças com resultados praticamente iguais à testemunha. A presença de ozônio não reduziu nenhuma das doenças em nenhum dos dois frutos.

Palavras-chave: Controle alternativo; *Prunus salicina*; *Prunus persica* var. *nucipersica*

POSTHARVEST CONTROL OF BROW ROT (*Monilinia fructicola*) AND SOFT ROT (*Rhizopus stolonifer*) ON PLUM AND NECTARINE FRUITS

Abstract

Aiming to test products that can be used in the postharvest disease control, it was carried out tests with calcium chloride (CaCl_2), wax with carnauba basis, ultraviolet light (UV-C) and ozone gas for the control of brown rot (*Monilinia fructicola*) and soft rot (*Rhizopus stolonifer*) in plums and nectarines. It was studied the curative and protective effects of (CaCl_2), wax and UV-C light, and the curative effect of the ozone treatment. In the protective test, fruits were wounded with a hypodermic needle, immersed for 3 minutes in a CaCl_2 solution (0; 1; 2 e 3%), wax (0; 4,5% e 9%), and submitted to irradiation UV-C (254 nm) in doses of 0,0; 1,4 and 5,2 kJm^{-2} during 0; 1,0 and 5,0 minutes respectively, being later inoculated with *M. fructicola* or *R. stolonifer* with 30 μL of suspension of 10^5 spores/mL. After the treatment the fruits were kept in a humid chamber for 4 hours. In the curative test, the fruits were wounded, inoculated with *M. fructicola* or *R. stolonifer* and kept in a humid chamber for 4 hours to be then, submitted to the treatment with CaCl_2 , wax, UV-C light and ozone chamber at a concentration of (0,01 ppm). The variables analyzed were brown rot and soft rot incidence, and brown rot severity. The fruits were assessed 3 to 5 days after being inoculated, varying according to the disease studied. The fruits treated with CaCl_2 and wax were kept at environment temperature and humidity, and the fruits in the treatment of UV-C and ozone were conditioned to chambers at temperatures of $25 \pm 1^\circ\text{C}$ and relative humidity of $90 \pm 5\%$. Disease incidence was analyzed using a nonparametric test comparing two or multiple proportions and the severity was analyzed through the Tukey test. CaCl_2 at 1% showed potential of controlling the two diseases in both kind of fruits, applied as a protective or curative measure. The carnauba wax (ECF 124) was the most efficient product, with a reduction of up to 70% of both diseases in both kind of fruits, mainly when applied as a protective agent, at 9%. The doses of UV-C tested did not control the diseases with results practically similar to the reference dose. The presence of ozone did not reduce the either of the diseases in any of the fruits evaluated.

Key words: Alternative control; *Prunus salicina*; *Prunus persica* var. *nucipersica*

3.1 Introdução

A produção de rosáceas de caroço, como ameixa e nectarina, fruteiras de clima temperado é modesta no País, quando comparada à dos maiores produtores (China, Itália e EUA). Porém, a área ocupada por essas culturas encontra-se em expansão, principalmente no Estado de São Paulo, impulsionada pela persicultura que apresentou taxa de crescimento de 420% entre 1982 e 2003 (BARBOSA et al., 2003). Frutos de ameixa e de nectarina são bastante sensíveis a injúrias pós-colheita, especialmente às doenças provocadas por patógenos necrotróficos.

Em países sub-desenvolvidos e em desenvolvimento, as estimativas de perdas pós-colheita são alarmantes, podendo atingir até 60%. As doenças pós-colheita são provavelmente a causa mais séria dessas perdas em produtos perecíveis como frutos e hortaliças (VILAS BOAS, 2002). Doenças pós-colheita são definidas como doenças cujos sintomas aparecem após a colheita. Nesta categoria é possível estabelecer dois grupos: (i) doenças pós-colheita típicas e (ii) doenças pós-colheita quiescentes. No primeiro grupo estão os patógenos cuja infecção ocorre na maioria das vezes por ferimento. Já no segundo grupo, a infecção ocorre no campo, algumas vezes durante a florada, permanecendo latente durante todo o desenvolvimento do fruto (AMORIM; MARTINS; BASSETO, 2005).

Ameixa e nectarina são suscetíveis aos dois grupos de doença pós-colheita, em função, principalmente, do seu elevado teor de água, que oscila entre 75 e 95%. Além disso, apresentam um limitado período pós-colheita e necessitam de cuidados específicos e especiais durante as etapas de colheita, transporte e armazenamento para reduzir as perdas e os danos pós-colheita.

Dentre as principais doenças pós-colheita que incidem em frutos de ameixa e nectarina, a podridão parda, causada por *Monilinia fructicola* que possui infecção latente, e a podridão mole, doença típica da pós-colheita, causada por *Rhizopus stolonifer*, destacam-se como as mais frequentes (MARTINS, et al., 2005). Entretanto, há uma série de outros fungos como *Mucor* spp., *Penicillium expansum*, *Aspergillus* spp., *Cladosporium herbarum* e *Botryodiplodia theobromae* considerados patógenos de menor importância, que eventualmente podem causar perdas pós-colheita

(OGAWA et al., 1995), principalmente quando os frutos sofrem algum tipo de injúria física.

A redução na incidência de doenças pós-colheita é um grande desafio para minimizar as perdas, que até o momento baseia-se principalmente na utilização de fungicidas (BENATO, 2002). Porém, o uso prolongado de fungicidas pode selecionar microorganismos resistentes e causar prejuízo à saúde humana e ao meio ambiente (BRACKMANN; CERETTA; VIZZOTTO, 2001). Além disso, as normas do recente programa de certificação ministerial de Produção Integrada de Frutas (PIF) visam à redução da utilização de fungicidas na pré-colheita e à eliminação de fungicidas na pós-colheita (KLUGE et al., 2002). Assim, atualmente, é crescente a busca por métodos alternativos de controle ou métodos que reduzam a utilização de fungicidas (CAPDEVILLE et al., 2002; MARI; BERTOLINI; PRATELLA, 2003; TRIPATHI; DUBEY, 2004).

Diversos produtos e técnicas de controle de doenças pós-colheita vêm sendo testados como alternativa ao uso de fungicidas. Dentre eles, o uso de cálcio (BRACKMANN; CERETTA; VIZZOTTO, 2001; CONWAY et al., 1992; SOUZA, 1998), o tratamento térmico (BENATO et al., 2001; KARABULUT et al., 2002), a utilização de atmosfera controlada e/ou modificada (DURIGAN, 1999; NAVA; BRACKMANN, 2002), a irradiação UV-C (GONZÁLEZ-AGUILAR; WANG; BUTA, 2004; LU et al., 1991; MERCIER et al., 2000) e o uso de ceras comerciais (CARON; JACOMINO; KLUGE, 2003; JACOMINO et al., 2003) vêm mostrando resultados promissores no tratamento pós-colheita.

Neste contexto, o presente estudo apresenta como objetivo: avaliar os efeitos do cloreto de cálcio (CaCl_2), cera comercial a base de carnaúba, luz ultravioleta e câmara de ozônio no controle das doenças pós-colheita podridão parda e podridão mole em frutos de ameixa e nectarina.

3.2 Desenvolvimento

3.2.1 Revisão bibliográfica

3.2.1.1 Controle de doenças pós-colheita em ameixa e nectarina

O controle de doenças pós-colheita tem dois objetivos: o primeiro é evitar que patógenos que estão quiescentes nos tecidos causem podridões e o segundo é evitar a penetração de novos patógenos (BETTIOL; GHINI, 1995).

De maneira geral, o controle de doenças pós-colheita em ameixas e nectarinas, segue recomendações que se iniciam no próprio campo de produção, e se estendem até a fase de comercialização. Para doenças como podridão mole, causada por *Rhizopus stolonifer*, evitar ferimentos de qualquer origem nos frutos é o melhor método de prevenção. Já para a podridão parda, causada por *Monilinia fructicola*, além de evitar ferimentos é necessário manejo fitossanitário da cultura no campo, pois o fungo pode ficar quiescente nos frutos, manifestando sintomas na pós-colheita.

Nas exigentes normas da produção integrada de frutas (PIF) a prioridade é dada aos métodos culturais e biológicos, para o controle das doenças de campo e pós-colheita, minimizando o uso de agroquímicos que causam impacto ambiental. Assim, medidas como a eliminação de frutos com podridões do campo, locais de classificação, embalagem e armazenamento; nutrição equilibrada da planta; tratamento de inverno para redução da fonte de inóculo; colheita da fruta no estágio ideal; redução de danos mecânicos das frutas durante a colheita, transporte, seleção e classificação são de importância fundamental para evitar a penetração de patógenos pós-colheita (KLUGE et al., 2002; FACHINELLO et al., 2003)

Os métodos de controle de doenças pós-colheita de fruteiras podem ser agrupados em físicos (refrigeração, luz UV e tratamento térmico), químicos (fungicidas e sanificantes) e biológicos e visam principalmente à redução do potencial de inóculo, à prevenção de infecções nos frutos e à erradicação da doença (BENATO, 1999; KLUGE et al., 2002).

Segundo Benato; Cia e Souza (2001), a refrigeração é tão importante no controle dessas doenças que os outros métodos têm sido descritos como complementares à refrigeração. A refrigeração é o processo mais indicado para prolongar a vida pós-colheita de frutas, bem como para suprimir o desenvolvimento de

podridões. Entretanto, no Estado de São Paulo, a maioria dos produtores, cooperativas e até mesmo a Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) não dispõem dessa tecnologia para ameixa, pêssgo e nectarina, aumentando assim, a perecibilidade dessas frutas.

Dentre os métodos de controle, o uso de fungicidas é o recurso mais efetivo no controle de doenças pós-colheita. Para ameixa e nectarina os fungicidas registrados são o Botran 750 (ingrediente ativo dicloran) e o Cuprozeb (ingrediente ativo mancozeb + oxicloreto de cobre) (AGROFIT 2005). Entretanto, o uso de fungicidas está sendo cada vez mais restringido.

Neste contexto, cresce cada vez mais a busca por métodos de controle que substituam os fungicidas e que atendam às exigentes normas do PIF. Entre eles podemos citar refrigeração, tratamento térmico, luz ultravioleta, atmosfera controlada, compostos sanificantes e controle biológico. Esses métodos podem atuar diretamente contra o patógeno ou induzir mecanismos de resistência nos frutos contra o patógeno (WILSON et al., 1994). No entanto, são raros os trabalhos utilizando esses métodos para o controle de doenças pós-colheita em ameixa e nectarina.

3.2.1.2 Cálcio no controle de doenças pós-colheita

O cálcio vem sendo muito utilizado no tratamento de diversos frutos, seja no controle das doenças pós-colheita ou na melhoria das características físico-químicas dos frutos (CONWAY; GREENE; HICKEY, 1987; CONWAY; SAMS, 1984; LIMA et al., 2002; SOUZA et al., 1999), o que indiretamente também pode controlar as doenças pós-colheita.

Souza et al. (2001) observou que o tratamento de pêssgos cv. Biuti, com CaCl_2 a 1% 48 horas antes da inoculação de *Monilinia fructicola*, reduziu a severidade da podridão parda em 34,33% e a incidência em 19,29%, em relação ao controle.

Em maçãs o uso de cálcio no controle de doenças pós-colheita tem obtido sucesso. Brackmann; Ceretta e Vizzoto (2001) obtiveram redução da incidência de podridões com o uso de cal hidratada e cloreto de cálcio na água de lavagem de maçãs cvs. Gala e Fuji. Conway e Sams (1984), trataram maçãs cv. Golden Delicious em solução de cloreto de cálcio e depois de seis meses de armazenamento a 0°C

inocularam esporos de *Penicillium expansum*. Conseguiram redução da incidência da podridão causada por *P. expansum* em 50%. Segundo os autores, o papel do cálcio foi de fortalecer a parede celular dos frutos tornando-os mais resistentes às enzimas produzidas pelo fungo.

Conway; Greene e Hickey (1987), estudando a podridão parda em frutos de pêssago, comparou o efeito de fungicida e cloreto de cálcio aplicados na pré-colheita com o tratamento dos frutos com cloreto de cálcio na pós-colheita. Os autores observaram que a imersão dos frutos em cloreto de cálcio na pós-colheita reduziu significativamente a severidade da doença, enquanto que os tratamentos com fungicida e cloreto de cálcio aplicados na pré-colheita não reduziram a severidade da doença na pós-colheita.

Frutos de ameixa feridos 24 horas após serem tratados com cloreto de cálcio sob pressão mostraram redução significativa na taxa de etileno, na respiração e na quantidade de ácido abscísico, quando comparados com a testemunha (SERRANO et al., 2004). Embora, não tenha ocorrido inoculação de patógeno nesse trabalho, a redução desses atributos fisiológicos aumenta o tempo de armazenamento dos frutos deixando-os mais resistentes ao ataque de patógenos.

Em um recente estudo, Lara; Garcia e Vendrell (2004), verificaram que o tratamento de frutos de morangos com CaCl_2 1% reduziu significativamente o tamanho da lesão ocasionada por *Botrytis cinerea*. Além disso, observaram, através da microscopia eletrônica, que a estrutura da parede celular e lamela média dos frutos tratados com CaCl_2 permanecem praticamente íntegras quando comparadas com as de frutos não tratados.

O cálcio está diretamente relacionado com a qualidade dos frutos. Retarda os processos de amadurecimento e senescência, diminui a produção de etileno, a taxa de respiração e promove alterações na atividade de algumas enzimas, o que proporciona maior firmeza dos frutos (BICALHO et al., 2000; GARCIA; HERRERA; MORILLA, 1996; SIDDIQUI; BANGERTH, 1995; SOUZA et al., 2001; XISTO et al., 2004), tornando-os menos sujeitos às injúrias, e conseqüentemente mais resistentes ao ataque por fungos.

3.2.1.3 Cera no controle de doenças pós-colheita

As ceras agem como uma película protetora das frutas, elevando a manutenção da firmeza da polpa, e conseqüentemente, aumentando o tempo de conservação pós-colheita (BANKS, 1985).

Jacomino et al. (2003), testando diversas ceras comerciais à base de carnaúba em frutos de goiaba cv. Pedro Sato, verificaram atraso no amadurecimento e redução da perda de massa. Além disso, frutos tratados mostraram menor incidência de podridões e apresentaram maior brilho. Nesse trabalho, a cera comercializada com o nome de Meghwax ECF-100 na concentração 30% foi a que apresentou melhor potencial para uso na pós-colheita em goiabas.

Caron; Jacomino e Kluge (2003), utilizando a cera comercial Stafresh, constataram redução nas podridões pós-colheita, menor perda de matéria fresca e melhor aparência de cenouras da cv. Brasília no oitavo dia de armazenamento. Kluge e Cantillano (1997), trataram ameixas com cera Tal-Prolong nas concentrações que variaram de 0 a 2%. A máxima concentração usada, resultou na maior firmeza da polpa dos frutos tratados, durante cinco semanas armazenadas a 0°C. Em ameixa e nectarina, por serem frutos sensíveis, a manutenção da firmeza da polpa, deve reduzir danos mecânicos e, conseqüentemente o ataque de patógenos.

Kluge e Minami (1997) trataram tomates cv. Santa Clara com cera Semperfresh em várias concentrações e observaram que esse tratamento resultou em frutos de tomates com menor perda de firmeza de polpa e atraso no amadurecimento, em relação aos não tratados.

Segundo Oliveira et. al (2000), as ceras aumentam o período de conservação dos frutos e hortaliças, através da diminuição da taxa respiratória e da atividade metabólica. Para Chitarra, M. e Chitarra, A. (1990), o uso de ceras como película de revestimento em frutos perecíveis reduz a perda de umidade e retarda o murchamento. Esses atributos conferidos à cera podem tornar os frutos mais saudáveis e ao mesmo tempo mais resistentes ao ataque de patógenos, além de aumentar a vida de prateleiras dos frutos tratados.

Os trabalhos realizados com a imersão de frutos em cera mostram que o produto promove uma modificação da atmosfera ao redor dos frutos, elevando os níveis de dióxido de carbono (CO_2) e reduzindo os níveis de oxigênio (O_2). Esse tipo de alteração foi observado por Petracek; Dou e Pao (1998) em cachos de uva tratados com cera à base de carnaúba.

A provável função da cera na redução das podridões em frutos é a mudança na atmosfera em torno do fruto; assim, a cera reduz os níveis de O_2 e aumenta os de CO_2 inibindo diretamente o crescimento de alguns fungos. Além disso, esse tipo de mudança na atmosfera do fruto também reduz a taxa de respiração atrasando os processos bioquímicos de maturação e senescência, tornando os frutos mais resistentes (BENATO; CIA; SOUZA, 2001; OJEDA, 2001).

3.2.1.4 Luz ultravioleta (UV-C) no controle de doenças pós-colheita

Nos últimos anos a luz ultravioleta vem sendo utilizada no controle de podridões pós-colheita de diversos frutos como pêssegos (COUTINHO et al. 2003; STEVENS et al. 1996, 1998), maçãs (SANHUEZA; MAIA, 2001), uvas (CAMILI et al., 2004; NIGRO; IPPOLITO; LIMA, 1998), citros (STEVENS et al., 1996) e mangas (GONZÁLEZ-AGUILAR et al., 2001), entre outros.

A irradiação de pêssegos cv. Jade com luz ultravioleta (254nm, UV-C), por 30 minutos na dosagem de $11,15 \text{ kJ.m}^{-2}$, controlou em 75% as podridões dessa cultivar, quando comparados aos frutos não irradiados. Entretanto, nesse trabalho, não houve inoculação de patógenos, apenas a incidência ou não de podridões ocasionadas pela infecção natural dos patógenos foi observada (COUTINHO et al., 2003).

Stevens et al. (1997), utilizando luz-ultravioleta, conseguiram redução significativa da podridão parda causada por *Monilinia fructicola* em pêssegos, bolor verde causado por *Penicillium digitatum* em tangerinas e podridão mole causada por *Rhizopus stolonifer* em tomate e batata doce, após 7 e 14 dias de armazenamento. Os mesmos autores (STEVENS et al., 1998) irradiaram pêssego cv. 'Elberta' com diversas doses de luz ultravioleta (de $0,84$ a 40 kJ.m^{-2}), e demonstraram a redução da infecção latente da podridão parda na dose $7,5 \text{ kJ.m}^{-2}$. Além disso, observaram aumento na concentração de fenilalanina amônia liase (FAL) e diminuição da síntese

de etileno, o que aumentou a vida de prateleira do fruto pelo atraso no amadurecimento.

Nigro; Ippolito e Lima (1998) estudaram o efeito de baixas doses de UV-C ($0,125$ e $0,5 \text{ kJ.m}^{-2}$) no controle da podridão cinzenta causada por *Botrytis cinerea* em bagas de uvas inoculadas artificialmente. Os autores observaram que a redução da podridão foi mais significativa nas bagas inoculadas 24 e 48 horas após o tratamento com a UV-C, do que bagas inoculadas logo após ou 72, 96 ou 144 horas após o tratamento. González-Aguilar et al. (2001) irradiaram frutos de manga por 10 e 20 minutos, o que correspondeu a dosagem de $4,9$ e $9,9 \text{ kJ.m}^{-2}$ de UV-C, respectivamente. Ambos os tempos reduziram significativamente a incidência de podridão nos frutos, embora o tempo de exposição de 10 minutos tenha proporcionado menor incidência de podridão do que o tratamento 20 minutos.

A aplicação de baixas dosagens de um agente danoso como radiação X, UV ou gama produz estímulos de defesa em um organismo vivo. Esse efeito é definido como “hormesis” por Shama e Alderson (2005). Alguns trabalhos mostram que a utilização de baixas doses de radiação tem um melhor efeito que as altas dosagens no controle de patógenos e características bioquímicas dos frutos (CAMILI et al., 2004; GONZALEZ-AGUILAR et al., 2001; STEVENS et al., 1998). As altas dosagens danificam os frutos deixando-os mais suscetíveis ao ataque de patógenos.

Shama e Alderson (2005) apresentam algumas doses ótimas para determinadas frutas e seus respectivos patógenos. Assim, em pêssegos para o controle de *Monilinia fructicola* a dose recomendada é $7,5 \text{ kJ.m}^{-2}$. Já para patógenos como *Penicillium digitatum*, que causa doença em diversos frutos, a dose varia em função do hospedeiro. Por exemplo, em uva a dose recomendada é $0,5 \text{ kJ.m}^{-2}$ e para laranja a dose recomendada é $9,0 \text{ kJ.m}^{-2}$.

As possíveis explicações para o efeito da luz ultravioleta no controle doenças pós-colheita são: a indução de resistência do hospedeiro contra o patógeno, estimulando, por exemplo, a produção da enzima fenilalanina amônia liase (FAL) que induz a formação de fitoalexinas e o efeito germicida da luz sobre o patógeno, atuando na degradação ou alteração do DNA (GUERRERO-BELTRÁN; BARBOSA-CÁNOVAS, 2004; STEVENS et al., 1996).

3.2.1.5 Ozônio no controle de doenças pós-colheita

O ozônio é um gás instável que se decompõe rapidamente. Atualmente vem sendo recomendado na conservação pós-colheita, por remover o etileno do ar, e possuir capacidade antimicrobiana, além de ter potencial inseticida, aumentando a vida útil pós-colheita de produtos altamente perecíveis (SKOG; CHU, 2001). Entretanto, há muita divergência na literatura quanto à eficácia do tratamento com ozônio no controle de doenças pós-colheita (OGAWA; FELICIANO; MANJI, 1990; PALOU et al., 2002; SARIG et al., 1996; SKOG; CHU, 2001).

A concentração máxima de ozônio permitida pela “The United States Occupational Safety and Health Administration” (US-OSHA) é 0,3 ppm. Esse é o nível no qual um indivíduo pode ser exposto por apenas 15 minutos sem irritações na pele ou outros efeitos mais graves. A concentração recomendada é de 0,1 ppm, e nessa concentração, uma pessoa pode ficar exposta ao gás durante 8 horas seguidas sem efeito prejudicial à saúde.

Skog e Chu (2001) observaram a eficiência do ozônio, não apenas no controle de podridões pós-colheita, como na diminuição da emissão de etileno em maçãs e pêras, o que contribui para o prolongamento do tempo de armazenamento dos frutos.

PALOU et al. (2002) feriram pêssegos cv. Eleganty Lady, em seguida inocularam com esporos de *M. fructicola*, *Botrytis cinera*, *M. piriformis* e *Penicillium expansum*. Após 14 dias de armazenamento a 5°C em câmara de ozônio (0,3 ppm), os autores observaram redução significativa da incidência apenas de *M. fructicola*, mas não obtiveram o mesmo resultado com 21 e 28 dias de armazenamento. Ainda nesse trabalho, os pesquisadores também inocularam *B. cinera* em bagas de uva e não obtiveram controle do fungo utilizando câmara de ozônio (0,3 ppm). Eles afirmam ainda, haver sinergismo entre o ozônio e baixa temperatura (5°C), pois com essa situação (0,3 ppm de O₃ + 5°C) conseguiram a inibição ou desenvolvimento anormal do micélio e conídios dos patógenos inoculados. Em outro trabalho, Palou et al. (2003) conseguiram redução significativa da esporulação de *Penicillium digitatum* e *P. italicum* quando inoculados em citros e submetidos a diferentes tipos de armazenamento com ozônio na concentração 0,72 ppm sob temperatura ambiente.

Ogawa et al. (1990) demonstraram que a exposição ao ozônio na concentração de 3,8 g/mL em água por 10 minutos inativaram esporos de *B. cinera* na superfície de frutos de tomates. Pérez et al. (1999) armazenaram morangos em câmara de ozônio na concentração 0,35 ppm por três dias a 2°C e por quatro dias a 20°C e não observaram redução de podridão causada por fungos nos frutos armazenados a 20°C, quando comparados com os mantidos em câmara de armazenamento sem ozônio.

3.2.2 Material e Métodos

3.2.2.1 Obtenção dos inóculos

Os inóculos, constituídos por conídios de *Monilinia fructicola* e esporos de *Rhizopus stolonifer* foram obtidos a partir de frutos de ameixa e nectarina infectados, adquiridos na CEAGESP de São Paulo. Com o auxílio de uma agulha histológica, foi feita, assepticamente, a raspagem superficial dos esporos de *Monilinia fructicola* e *Rhizopus stolonifer*, e transferidos para placas de Petri contendo meio BDA (200 g de batata, 20 g de dextrose, 18 g de ágar e 100 ml de água).

O período de incubação foi de aproximadamente três dias para *Rhizopus stolonifer* e sete dias para *Monilinia fructicola* em temperatura ambiente. Os fungos utilizados não sofreram repicagens sucessivas. Colônias fúngicas do primeiro isolamento foram usadas para garantir a patogenicidade dos fungos.

3.2.2.2 Obtenção dos frutos e inoculação

Os frutos de ameixa e nectarina utilizados nos ensaios foram comprados na Ceasa de Campinas, recém chegados do campo, provenientes dos municípios de Pilar do Sul e Paranapanema, no Estado de São Paulo. A variedade de ameixa utilizada foi a Reubennel, e as variedades de nectarina foram Sunripe e Sungold, variando de acordo com a disponibilidade das frutas no mercado.

No laboratório de pós-colheita, os frutos foram selecionados pela aparência e estado de maturação. Em seguida, os frutos foram desinfestados superficialmente através da imersão em solução de hipoclorito de sódio 0,2% durante 3 minutos, permanecendo por aproximadamente 20 horas em condições ambiente, sobre papel toalha para secagem e posterior inoculação.

A suspensão de esporos foi preparada com adição de aproximadamente 10 mL de água destilada sobre a cultura fúngica. Com auxílio de uma alça Drigasliki, foi realizada a raspagem dos conídios e micélio, os quais foram em seguida, submetidos à filtragem em dupla camada de gaze. A concentração de inóculo na suspensão foi calibrada em câmara de Neubauer para 10^5 esporos/mL, para *Monilinia fructicola* e *Rhizopus stolonifer*.

Na região equatorial do fruto foi realizado apenas um ferimento diminuto (0,3 mm de diâmetro x 5 mm de profundidade) com o auxílio de uma agulha hipodérmica. A inoculação dos patógenos foi realizada através da deposição de 20 µL da suspensão de esporos de *Monilinia fructicola* e *Rhizopus stolonifer* sobre o ferimento (Figura 1).

Após a inoculação, os frutos permaneceram por quatro horas em câmara úmida no interior de bandejas plásticas. Após os tratamentos, os frutos foram acondicionados individualmente em potes plásticos de 500 mL (Figura 1).

Figura 1 - Ferimento nos frutos (A), inoculação do patógeno (B), câmara úmida (C) e acondicionamento dos frutos em potes plásticos (D)

3.2.2.3 Tratamento com cloreto de cálcio (CaCl_2)

Avaliou-se os efeitos protetor e curativo do cloreto de cálcio em frutos de ameixa e nectarina. As concentrações de cloreto de cálcio utilizadas foram 0%, 1%, 2% e 3% do produto. Na concentração 0% (testemunha) utilizou-se apenas água destilada. Os frutos ficaram imersos em cada concentração por 3 minutos, no interior de baldes plástico.

No ensaio protetor, os frutos foram feridos, imersos nas quatro concentrações de cloreto de cálcio e inoculados com a suspensões de *M. fructicola* ou *R. stolonifer*. Após a inoculação, os frutos foram submetidos a câmara úmida por quatro horas. No

ensaio curativo, os frutos foram inoculados com *M. fructicola* ou *R. stolonifer*, submetidos à câmara úmida por quatro horas para posteriormente serem imersos nas concentrações de cloreto de cálcio.

Cada ensaio foi composto por 16 tratamentos (4 concentrações de CaCl_2 X 2 patógenos X 2 hospedeiros) com vinte frutos cada, totalizando 640 frutos, sendo 320 frutos de ameixa e 320 de nectarina.

Após o tratamento com cloreto de cálcio os frutos foram acondicionados em potes plásticos individuais como citado no item 3.2.2.2 e armazenados em temperatura e umidade ambiente no laboratório de pós-colheita do setor de Fitopatologia da ESALQ/USP.

3.2.2.4 Tratamento com cera

Avaliou-se os efeitos curativo e protetor da cera comercial à base de carnaúba. Aplicou-se a cera preventivamente nos frutos (ferimento, imersão no produto, inoculação e câmara úmida) e curativamente (ferimento, inoculação, câmara úmida e imersão no produto).

A cera comercial utilizada foi a ECF 124, cedida pela empresa MEGH Indústria e Comércio Ltda, comercializada na concentração 18% do produto. Essa cera contém as seguintes propriedades físico-químicas: aspecto líquido translúcido; cor castanha; aniônica; teor de matéria ativa 17-19%; pH do produto 8,5-10,5.

As concentrações da cera utilizadas foram 0%; 4,5% e 9% da cera comercial seguindo indicações do fabricante e literatura. Na concentração 0% (testemunha) utilizou-se água destilada. Para a diluição da cera a partir da concentração original utilizou-se apenas água destilada.

Os frutos ficaram imersos nas concentrações de cera por 3 minutos utilizando béquer de vidro com capacidade para 4 litros. O ensaio foi composto por 24 tratamentos (3 concentrações da cera X 2 patógenos X 2 hospedeiros X 2 estratégias de aplicação) com 20 frutos cada, totalizando 480, sendo 240 frutos de ameixa e 240 de nectarina.

Após o tratamento com a cera os frutos foram acondicionados em potes plásticos individuais como citado no item 3.2.2.2 e armazenados em temperatura e

umidade ambiente no laboratório de pós-colheita do setor de Fitopatologia da ESALQ/USP.

3.2.2.5 Tratamento com luz ultravioleta (UV-C)

Esse experimento foi realizado nas dependências do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) em Campinas. Avaliou-se os efeitos curativo e protetor do método, irradiando os frutos de forma protetora (ferimento, irradiação UV-C, inoculação 2 horas após a exposição a UV-C e câmara úmida) e curativa (ferimento, inoculação, câmara úmida e irradiação UV-C). Os frutos desse experimento não sofreram desinfestação previa com hipoclorito de cálcio.

No ensaio protetor, os frutos foram inoculados duas horas após a exposição à irradiação, tempo necessário para a manifestação de possível efeito de indução de resistência (GHAOUTH; WILSON; CALLAHAN, 2003).

Frutos de nectarina foram irradiados com quatro lâmpadas UV germicida, sendo cada uma de 2,5 cm x 88 cm, 30 W, produzida pela empresa Yaming Lighting, instaladas em um câmara de aço inoxidável. O pico de comprimento de onda de cada lâmpada é de 254 nm, com taxa de fluência de 1,74 m.W.cm⁻² medida através de um radiômetro digital (UVX; Ultraviolet Products, Inc., San Gabriel, CA).

Os frutos de nectarina foram expostos as doses de UV-C (em kJ.m⁻²) e tempo de exposição (em segundos) de: 0,00 kJ.m⁻² para 0,00 s; 1,04 kJ.m⁻² para 60 s e 5,22 kJ.m⁻² para 300 s, a uma distância de aproximadamente 10 cm da fonte de luz. O tempo de exposição foi calculado pela seguinte fórm. (1) (GUERRERO-BELTRÁN; BARBOSA-CÁNOVAS, 2004; STEVENS et al., 1997):

$$(T) = \frac{(D)}{(tx.)} \quad (1)$$

Onde:

(D) = Dosagem de irradiação em kJ.m⁻². Onde, kJ.m⁻² = 1x10² m.W.cm⁻²

(T) = Tempo de exposição à luz em segundos

(tx.)= Taxa de fluência em m.W.cm⁻²

O experimento foi composto por 12 tratamentos (3 doses de irradiação X 2 patógenos X 1 hospedeiro X 2 estratégias de aplicação) com 20 frutos cada, totalizando 240 frutos de nectarina.

Após a irradiação, os frutos foram acondicionados em potes plásticos individuais como citado no item 3.2.2.2 e armazenados numa câmara fria com temperatura controlada $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $90 \pm 5\%$.

3.2.2.6 Tratamento com ozônio (O_3)

Nesse experimento, testou-se apenas o efeito curativo do método, pois o mesmo não apresenta efeito residual (SKOG; CHU, 2001; PALOU et al., 2002).

Os frutos de ameixa e nectarina foram submetidos à concentração de 0,01 ppm de ozônio em câmara de armazenamento, por um período de 3 a 5 dias, com temperatura de $24 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $90 \pm 5\%$. A concentração de ozônio utilizada é a recomendada pela “The United States Occupational Safety and Health Administration” (US-OSHA), na qual um indivíduo pode ser exposto ao gás durante 8 horas seguidas sem efeito prejudicial à saúde.

A câmara utilizada foi a Agrocare™ (Agroquality), alocada no Departamento de Produção Vegetal da ESALQ/USP. Foram realizados 8 tratamentos (2 câmaras X 2 patógenos X 2 hospedeiros) com 25 frutos (repetições) por tratamento, totalizando 200 frutos, sendo 100 de ameixa e 100 de nectarina.

Além disso, 25 frutos de ameixa e 25 de nectarina não inoculados, foram mantidos em câmara de ozônio, para observação da ocorrência ou não do efeito do gás O_3 sobre os frutos. A mesma quantidade de frutos foi mantida em câmara de armazenamento com atmosfera natural.

3.2.2.7 Avaliação dos experimentos e análise estatística

A eficiência dos métodos de controle foi avaliada através das variáveis incidência (proporção de frutos infectados) e severidade (diâmetro das lesões no fruto). A severidade foi avaliada medindo-se o diâmetro das lesões com auxílio de uma régua em dois eixos ortogonais, em seguida a média dos eixos foi calculada.

Avaliou-se a incidência e a severidade da podridão parda, e apenas a incidência da podridão mole, uma vez que, o desenvolvimento do *R. stolonifer* sobre o fruto é muito rápido, o que impossibilita a medição do diâmetro da lesão. Os frutos inoculados com *R. stolonifer* e *M. fructicola* foram avaliados respectivamente no terceiro e no quinto dias após a inoculação. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 20 repetições (frutos).

Os dados obtidos com a avaliação da incidência foram analisados por meio do teste não paramétrico de comparação de duas ou múltiplas proporções (ZAR, 1999). Sempre que significativo, as proporções foram transformadas, primeiramente utilizando a fórm. (2), em seguida a fórm. (3), de acordo com (ZAR, 1999). O diâmetro médio das lesões foi analisado pelo teste de Tukey.

$$P_i = \frac{X}{(n+1)} \quad \text{e} \quad P_i' = \frac{(X+1)}{(n+1)} \quad (2)$$

$$P_i'' = 1/2 [\arcsen\sqrt{P_i} + \arcsen\sqrt{P_i'}] \quad (3)$$

Onde:

X = número de frutos totais de cada proporção

n = número de frutos doentes de cada proporção

P_i'' = Proporção transformada.

3.2.3 Resultados

3.2.3.1 Efeito do cloreto de cálcio (CaCl₂) no controle de podridão parda e podridão mole

Os tratamentos protetores não foram eficientes no controle da podridão parda ou podridão mole em frutos de ameixa (Figura 2). No entanto, em nectarina a incidência de podridão parda foi significativamente reduzida com a aplicação do produto a 2% (Figura 3A).

O efeito curativo do produto foi constatado apenas na concentração de 1%, tanto no controle de podridão mole em ameixa (Figura 2D) quanto no controle de

podridão parda em nectarina (Figura 3C). Neste ultimo caso, a concentração eficiente foi de 3%.

Embora o produto tenha apresentado efeito contra a infecção do patógeno (redução da incidência da doença), nenhum efeito foi observado contra a colonização de *M. fructicola*, já que a severidade da podridão parda não deferiu da testemunha em nenhum dos tratamentos (Figura 4).

Figura 2 - Incidência de podridão parda (A e C) e podridão mole (B e D) em frutos de ameixa, tratados com cloreto de cálcio em diferentes concentrações, aplicados de maneira protetora (A e B) e curativa (C e D). Colunas seguidas das mesmas letras não diferem entre si, a nível de 5% pelo teste não paramétrico de comparação de múltiplas proporções, conforme descrito por Zar (1999)

Figura 3 - Incidência de podridão parda (A e C) e podridão mole (B e D) em frutos de nectarina, tratados com cloreto de cálcio em diferentes concentrações, aplicados de maneira protetora (A e B) e curativa (C e D). Colunas seguidas das mesmas letras não diferem entre si, a nível de 5% pelo teste não paramétrico de comparação de múltiplas proporções, conforme descrito por Zar (1999)

Figura 4 - Severidade de podridão parda em frutos de ameixa (A e C) e em frutos de nectarina (B e D), tratados com cloreto de cálcio em diferentes concentrações, aplicados de maneira protetora (A e B) e curativa (C e D). Colunas seguidas das mesmas letras não diferem entre si, a nível de 5% pelo teste de Tukey

3.2.3.2 Efeito da cera no controle de podridão parda e podridão mole

O uso da cera (na concentração de 9%) de maneira protetora reduziu significativamente em 66,7 e 70% a incidência da podridão parda em frutos de ameixa e nectarina, respectivamente, quando comparados com a testemunha (Figuras 5 e 6). O mesmo tratamento reduziu significativamente em 61,5% a incidência da podridão mole, apenas em frutos de ameixa (Figura 5B).

Frutos de nectarina tratados curativamente mostraram incidências de podridão parda e de podridão mole semelhantes às testemunhas (Figuras 6C e 6D). Em frutos de ameixa, a cera como tratamento curativo reduziu significativamente apenas da podridão parda, em 38,5% quando comparada com a testemunha (Figura 5C).

Com relação à severidade da podridão parda, a cera aplicada de maneira curativa não deferiu da testemunha (Figura 7C e 7D). Quando aplicada de forma protetora, reduziu significativamente o tamanho da lesão em 37,5% nos frutos de ameixa e em 36,2 % nos frutos de nectarina, em relação a testemunha (Figura 7A e 7B).

Além de reduzir as doenças, a cera visivelmente proporcionou uma melhor aparência, brilho e firmeza aos frutos principalmente na concentração 9% (Figura 8).

Figura 5 - Incidência de podridão parda (A e C) e podridão mole (B e D) em frutos de ameixa, tratadas com cera de carnaúba em diferentes concentrações, aplicada de maneira protetora (A e B) e curativa (C e D). Colunas seguidas das mesmas letras não diferem entre si, a nível de 5% pelo teste não paramétrico de comparação de múltiplas proporções, conforme descrito por Zar (1999)

Figura 6 - Incidência de podridão parda (A e C) e podridão mole (B e D) em frutos de nectarina, tratadas com cera de carnaúba em diferentes concentrações, aplicada de maneira protetora (A e B) e curativa (C e D). Colunas seguidas das mesmas letras não diferem entre si, a nível de 5% pelo teste não paramétrico de comparação de múltiplas proporções, conforme descrito por Zar (1999)

Figura 7 - Severidade de podridão parda em frutos de ameixa (A e C) e em frutos de nectarina (B e D), tratados com cera de carnaúba em diferentes concentrações, aplicados de maneira protetora (A e B) e curativa (C e D). Colunas seguidas das mesmas letras não diferem entre si, a nível de 5% pelo teste de Tukey

Figura 8 - Frutos de nectarina inoculados com *M. fructicola* e tratados com água (A), cera a 4,5% (B) e cera a 9% (C) aplicada de maneira protetora

3.2.3.3 Efeito da luz ultravioleta em podridão parda e podridão mole

Podridão parda e podridão mole, em frutos de nectarina, tiveram praticamente o mesmo comportamento, tanto nos frutos irradiados como nos não irradiados (tratamento testemunha). As incidências da podridão parda e da podridão mole nas duas doses de UV-C utilizadas não diferiram estatisticamente da testemunha (Figura 9).

Houve uma redução significativa para a severidade da podridão parda nos frutos irradiados de maneira protetora para as duas doses utilizadas. Entretanto, esse resultado não tem importância prática, uma vez que o diâmetro médio da lesão nos frutos tratados foi de aproximadamente 5,8 cm (Figura 10A). Para o tratamento curativo não houve diferença significativa na severidade da doença (Figura 10 B).

Figura 9 - Incidência de podridão parda (A e C) e podridão mole (B e D) em frutos de nectarina, tratados na luz ultravioleta nas diferentes doses, irradiados de maneira protetora (A e B) e curativa (C e D). Colunas seguidas das mesmas letras não diferem entre si, a nível

de 5% pelo teste não paramétrico de comparação de múltiplas proporções, conforme descrito por Zar (1999)

Figura 10 - Severidade de podridão parda em frutos de nectarina sob diferentes doses de irradiação UV-C, no tratamento protetor (A) e no tratamento curativo (B). Colunas seguidas das mesmas letras não diferem entre si, a nível de 5% pelo teste de Tukey

3.2.3.4 Efeito do ozônio em podridão parda e podridão mole

Não houve diferença significativa em nenhum tratamento utilizando ozônio no interior da câmara. A incidência de *R. stolonifer* em frutos de ameixa e nectarina foi a mesma, tanto na presença como na ausência de gás no interior da câmara (Figuras 11 e 12).

Com relação à severidade, o fungo praticamente apresentou o mesmo crescimento na presença ou na ausência do ozônio. Em frutos de ameixa, o diâmetro médio da lesão foi de 5 cm na câmara com o gás ozônio e de 4,1 cm na câmara comum (Figura 13A). Já em frutos de nectarina, o diâmetro médio foi de 5,2 e 5,6 cm na câmara com ozônio e sem ozônio, respectivamente. (Figura 13B).

Figura 11 - Incidência de podridão parda (A) e podridão mole (B) em frutos de ameixa. Colunas seguidas das mesmas letras não diferem entre si, a nível de 5% pelo teste não paramétrico de comparação de duas proporções, conforme descrito por Zar (1999)

Figura 12 - Incidência de podridão parda (A) e podridão mole (B) em frutos de nectarina. Colunas seguidas das mesmas letras não diferem entre si, a nível de 5% pelo teste não paramétrico de comparação de duas proporções. Conforme descrito por Zar (1999)

Figura 13 - Severidade da podridão parda em frutos de ameixa (A) e nectarina (B). Colunas seguidas das mesmas letras não diferem entre si, a nível de 5% pelo teste de Tukey

3.2.4 Discussão

Cloreto de cálcio promoveu, neste trabalho, redução máxima de 55,6% na incidência e 45,6% na severidade da podridão parda em nectarina. Esses resultados foram superiores aos relatados na literatura para essa doença. Souza et al. (2001) obtiveram redução de 19,3% na incidência e 34,3% na severidade em frutos de pêssigo tratados com CaCl_2 a 1%, enquanto que 42% de redução em frutos de pêssigo tratados com CaCl_2 2% foram observados por Conway; Greene e Hickey (1987).

Várias hipóteses que explicam o mecanismo de ação do CaCl_2 já foram apresentadas. Alguns trabalhos sugerem que o mecanismo pelo qual o cálcio atua, reduzindo as doenças pós-colheita, está ligado à formação de uma barreira física nos tecidos injuriados e no fortalecimento da parede celular (CONWAY; GREENE; HICKEY, 1987; SOUZA et al., 2001). Segundo Ishihara et al. (1996), o cálcio poderia induzir também a formação de uma barreira química através da síntese de fitoalexinas. Talvez, apenas o fato do cálcio ser um constituinte natural da parede celular e lamela média fornecendo rigidez à célula, possa explicar o aumento da resistência do tecido vegetal ao ataque dos patógenos. Segundo Poovaiah (1986), o cálcio exógeno proporciona maior firmeza nos frutos devido à interação com o ácido pécico presente na parede celular formando pectato de cálcio. A manutenção da integridade da parede celular e lamela média foi observada em microscópio eletrônico nos tecidos de morangos tratados com CaCl_2 a 1% (LARA; GARCIA; VENDRELL, 2004).

A manutenção da firmeza dos frutos torna-os mais resistentes às enzimas produzidas pelo fungo para degradação da lamela média e parede celular. Essa explicação foi a mais aceita por Conway e Sams (1984) quando observaram redução significativa da podridão de *Penicillium expansum* em maçãs tratadas com cálcio.

Por outro lado, o cálcio também poderia estar atuando nas respostas fisiológicas do fruto, como observado no estudo de Serrano et al. (2004), onde o tratamento com cloreto de cálcio em frutos de ameixa feridos artificialmente proporcionou redução na produção de etileno, na taxa de respiração e na produção de ácido abscísico.

Neste trabalho foi observado, para alguns tratamentos, maior eficiência do produto atuando como curativo. Bleicher e Bernardi (1985) conseguiram resultado semelhante aplicando o cloreto de cálcio de forma curativa no controle pós-colheita de *Colletotrichum gloeosporioides* em maçãs.

Em síntese, com os dados observados nesse trabalho é possível sugerir, três mecanismos pelo qual o cloreto de cálcio reduziu a incidência das doenças pós-colheita: (1) manutenção da integridade da parede celular e lamela média, dificultando ou retardando a ação das enzimas produzidas pelos fungos; (2) redução do metabolismo fisiológico dos frutos como taxa de etileno e respiração, tornando-os mais resistentes ao ataque dos patógenos e (3) inibição direta do desenvolvimento do fungo, agindo como um produto curativo, pois reduziu significativamente a podridão parda e mole quando aplicado dessa forma.

Não foram encontrados na literatura estudos semelhantes ao realizado com a cera. Nesse trabalho, foi utilizada inoculação artificial dos patógenos, o que difere de trabalhos relatados, que avaliaram a ocorrência natural de podridões (CARON; JACOMINO; KLUGE, 2003; JACOMINO et al., 2003; KLUGE; MINAMI, 1997). Nesse contexto, o uso da cera para controlar as podridão parda e mole em frutos de ameixa e nectarina foi claramente evidenciada (Figura 8), principalmente quando aplicada de maneira protetora a 9 %.

Os possíveis mecanismos, pelo qual a aplicação de cera reduziu as doenças pós-colheita nos frutos de ameixa e nectarina são: alteração da atmosfera ao redor dos frutos aumentando a concentração de CO₂ e reduzindo a de O₂, e a formação de uma barreira física em volta do fruto impedindo a entrada dos patógenos. A barreira física proporcionada pela cera é a explicação mais plausível para a expressiva redução da incidência da podridão parda e mole em ambos os frutos, pois, os resultados foram conseguidos com aplicação protetora do produto, ou seja, ela age antes da deposição do patógeno. Esse resultado de certa forma era o esperado, pois a cera é recomendada pelo fabricante para atuar como uma película protetora na superfície do fruto.

Quando aplicado de maneira curativa, com o fungo teoricamente já instalado no interior do fruto, não houve diferença significativa no controle da incidência das

doenças em nectarina. Entretanto, o tratamento curativo a 9% em frutos de ameixa reduziu significativamente a incidência de podridão parda. Provavelmente, a alteração da atmosfera proporcionada pela cera justifica esse resultado. Essa alteração (redução de O₂ e aumento de CO₂) da atmosfera, já foi observada em cachos de uva tratados com cera a base de carnaúba (PETRACEK; DOU; PAO, 1998).

Embora sem uma avaliação aferida, a cera proporcionou maior brilho e firmeza sem aparente alteração no sabor dos frutos. Resultados precisos em relação a essas variáveis foram observados em diversos frutos tratados com cera a base de carnaúba (JACOMINO et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2000).

Contraditoriamente à maioria dos trabalhos encontrados na literatura (GHAOUTH; WILSON; CALLAHAN, 2003; SHAMA; ALDERSON, 2005; STEVENS et al., 1998) a luz UV-C não reduziu eficientemente as doenças pós-colheita provocadas por *M. fructicola* e *R. stolonifer* em frutos de nectarina. Embora significativo, o resultado observado na redução da severidade da podridão parda em nectarina não apresenta importância prática, pois, o diâmetro médio da lesão dos frutos tratados na UV-C foi de 5,7 cm, atingindo praticamente 50% do fruto. O efeito significativo com as duas doses (1,4 e 5,2 kJm⁻²) testadas, provavelmente foi devido à indução de mecanismos de defesa do fruto. Porém, esses mecanismos de indução foram insuficientes para o controle da doença, possivelmente devido ao curto período da cura ou às baixas doses utilizadas nesse trabalho. A indução de enzimas associadas à defesa, como quitinase, β -1,3-glucanase e fenilalanina amônia liase foi observada em pêssegos tratados na UV-C na dose 7,5 kJm⁻², 3 horas após o tratamento, alcançando nível máximo após 96 horas (GHAOUTH; WILSON; CALLAHAN, 2003).

Alguns trabalhos utilizando a UV-C relatam que doses acima do requerido para o maior nível de controle dos patógenos resultam em maior porcentagem de infecções pelo fungo. Esse tipo de resultado foi observado em bagas de uva tratadas nas doses que variaram de 0,84 a 7,50 kJm⁻² para o controle de *Botrytis cinerea* (CAMILI et al., 2004). Neste estudo, provavelmente essa maior infecção em frutos tratados em relação aos não tratados, não foi devido às dosagens utilizadas, pois essas foram relativamente baixas, comparadas às doses utilizadas em pêssego (SHAMA; ALDERSON, 2005).

Embora, o resultado com a UV-C no controle das doenças pós-colheita em frutos de nectarina tenha sido negativo, essa emergente estratégia deve ser mais investigada, nesse e em outros patossistemas pós-colheita. Em alguns casos, como no controle de *Penicillium expansum* em maçãs, já está sendo empregada a luz UV-C na linha selecionadora dos frutos (SANHUEZA; MAIA, 2001).

Neste estudo, o efeito negativo do ozônio no controle de *M. fructicola* e *R. stolonifer* foi semelhante ao descrito Palou et al. (2002) que, inoculando esses patógenos em pêssegos armazenados em câmara de ozônio (0,3 ppm) não conseguiram redução das doenças aos 21 e 28 dias de armazenamento.

A ineficiência do ozônio em controlar patógenos pós-colheita tem sido observada em pêras (SPOTTS; CERVANTES, 1992), citros (PALOU et al., 2003), morangos (PÉREZ et al., 1999), uvas (PALOU et al., 2002), entre outras frutas. Aparentemente, o tecido dos frutos e os compostos naturalmente presentes na superfície do fruto injuriada, inibem ou reduzem a ação do gás sobre os fungos, protegendo-os da ação oxidante do ozônio. Essa é uma possível explicação para o efeito negativo no controle das doenças, descrita em alguns trabalhos. Ogawa; Feliciano e Manji (1990) verificaram que esporos de *Botrytis cinerea* na superfície não injuriada de tomates foram inativados pela exposição em ozônio na concentração de 3,8 µg/mL durante 10 minutos. Em contrapartida, as lesões desenvolveram-se quando os esporos foram colocados na superfície injuriada dos tomates, evidenciando que pelo menos alguns esporos escapam ao tratamento do ozônio.

Talvez, a concentração (0,01 ppm) do ozônio usada nesse trabalho, tenha sido baixa para reduzir a infecção e o crescimento dos patógenos na superfície dos frutos. Ou ainda, a temperatura ($24 \pm 1^{\circ}\text{C}$) de armazenamento dos frutos não proporcionou efeito sinérgico com o gás, como observado por Palou et al. (2002), com a temperatura de 5°C e ozônio na concentração 0,03 ppm. Spotts e Cervantes (1992), utilizando alta concentração de ozônio em água inibiram a germinação de *B. cinerea*, *Mucor piriformis* e *P. expansum*. Em resumo, ou um desses fatores citados acima inibiu a ação do gás no controle das doenças pós-colheita estudadas ou o gás propriamente dito não tem efeito no controle dessas doenças em frutos de ameixa e nectarina.

Os resultados obtidos com relação ao cloreto de cálcio e principalmente a cera foram satisfatórios, uma vez que, foram conduzidos sob condições de elevada pressão de inóculo em frutos maduros, proporcionando condições ideais para o desenvolvimento das doenças, sem a utilização de baixas temperaturas. Além disso, apresentam as vantagens potenciais de uso em frutas e outros vegetais.

3.3 Conclusões

- O cloreto de cálcio (CaCl_2) aplicado de maneira protetora ou curativa apresenta potencial de controle das doenças pós-colheita podridão parda e mole em frutos de ameixa e nectarina na temperatura ambiente.
- A cera ECF 124 à base de carnaúba é eficiente no controle da podridão parda e da podridão mole em frutos de ameixa e nectarina quando, aplicada de maneira protetora.

Referências

AGROFIT. **Sistema agropecuário de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 8 nov. 2005.

AMORIM, L.; MARTINS, C.M.; BASSETTO, E. Doenças e distúrbios pós-colheita de frutas de caroço. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FRUTICULTURA TEMPERADA EM REGIÃO SUBTROPICAL, 2, 2005, Paranapanema. **Palestra...** Paranapanema: Holantec, 2005. 1 CD-ROM.

BARBOSA, W.; POMMER, C.V.; RIBEIRO, D.; VEIGA, R.F.A.; COSTA, A.A. Distribuição geográfica e diversidade varietal de frutíferas e nozes de clima temperado no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 341-344, 2003.

BANKS, N.H. Internal atmosphere modification in prolong coated apples. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 157, p. 105-112, 1985.

BENATO, E.A. Controle de doenças pós-colheita em frutos tropicais. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.25, n.1, p. 90-93, 1999.

BENATO, E.A. Principais doenças em frutas pós-colheita e métodos alternativos de controle com potencial de indução de resistência. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS: PATOLOGIA PÓS-COLHEITA DE FRUTOS E HORTALIÇAS, n. 2, 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: FAEPE, 2002. p. 40-46.

BENATO, E.A.; CIA, P.; SOUZA, N.L. Manejo de doenças de frutas pós-colheita. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo fundo, v. 9, p. 403-440. 2001.

BENATO, E.A.; CIA, P.; SIGRIST, M.M.J.; SOUZA, N.L. Efeito do tratamento hidrotérmico no controle de podridões pós-colheita em maracujá amarelo. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 27, n. 4, p. 399-403, 2001.

BETTIOL, W.; GHINI, R. Controle biológico. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIN, L. **Manual de fitopatologia** 3. ed. Piracicaba: Ceres, 1995. cap. 36, p. 717-727.

BICALHO, U.O.; CHITARRA, A.B.; CHITARRA, M.I.F.; COELHO, A.H.R. Modificações texturais em mamões submetidos à aplicação pós-colheita de cálcio e embalagem de PVC. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 136-146, 2000.

BLEICHER, J.; BERNARDI, J. **Podridões de maçãs e seu controle na pós-colheita**. Florianópolis: EMPASC, 1985. 24 p. (Boletim Técnico, 28).

BRACKMANN, A.; CERETTA, M.; VIZZOTTO, M. O uso de cloreto de cálcio e da cal para o tratamento pós-colheita de podridões em maçãs. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 298-301, 2001.

CAMILI, E.C.; BENATO, E.A.; PASCHOLATI, S.F., CIA, P. Avaliação de irradiação UV-C em pós-colheita na proteção de uva 'Itália' contra *Botrytis cinerea*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 30, n. 3, p. 306-313, 2004.

CAPDEVILLE, Q.; WILSON, C.L.; BEER, S.V.; AIST, T.R. Alternative disease control agents induce resistance to blue mold in harvested "Red Delicious" apple fruit. **Phytopathology**, St. Paul, v. 92, n. 8, p. 900-908, 2002.

CARON, V.C.; JACOMINO, A.P.; KLUGE, R.A. Conservação de cenouras 'Brasília' tratadas com cera. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 597-600, 2003.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças**: fisiologia e manejo. Lavras: FAEPE, 1990. 320p.

CONWAY, W.; SAMS, C.E. Possible mechanisms by which postharvest calcium treatment reduces decay in apples. **Phytopathology**, St. Paul, v. 74, n. 2, p. 208-210, 1984.

CONWAY, W.; GREENE, G.M.; HICKEY, K.D. Effects of postharvest calcium treatments of peaches on decay caused by *Monilinia fruticola*. **Plant Disease**, St. Paul, v. 71, n. 12, p. 1084-1085, 1987.

CONWAY, W.; SAMS, C.E.; MCGUIRE, R.G.; KELMAN, A. Calcium treatment of apples and potatoes to reduce postharvest decay. **Plant Disease**, St. Paul, v. 76, n. 4, p. 329-334, 1992.

COUTINHO, E.F.; SILVA Jr., J.L.; HAERTER, A.J.; NACHTIGALL, G.R.; CANTILLANO, R.F.F. Aplicação pós-colheita de luz ultravioleta (uv-c) em pêssegos cultivar Jade, armazenados em condição ambiente. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 4, p. 663-666, 2003.

DURIGAN, J.F. Uso da modificação da atmosfera no controle de doenças. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 25, n. 1, p. 83-88, 1999.

FACHINELLO, J.C.; COUTINHO, E.F.; MARODIN, G.A.B.; BOTTON, M. DE MIO, L.L.M. **Normas técnicas e documentos de acompanhamento da produção integrada de pêssegos**. 2003. Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. 2003. Disponível em: < <http://www.ufpel.tche.br/pif/pip.pdf> >. Acesso em: 8 nov. 2005.

GARCIA, J.M.; HERRERA, S.; MORILLA, A. Effects of postharvest dips in calcium chloride on strawberry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, London, v. 44, n. 1, p. 30-33, 1996.

GHAOUTH, A.E.; WILSON, C.L.; CALLAHAN, A.M. Induction of chitinase, β -1,3-glucanase, and phenylalanine ammonia lyase in peach fruit by UV-C treatment. **Phytopathology**, St. Paul, v. 93, n. 3, p. 349-355, 2003.

GONZÁLEZ-AGUILAR, G.A.; WANG, C.Y.; BUTA, J.G. UV-C irradiation reduces breakdown and chilling injury of peaches during cold storage. **Journal of the Science Food and Agriculture**, London, v. 84, p. 415-422, 2004.

GONZÁLEZ-AGUILAR, G.A.; WANG, C.Y.; BUTA, J.G.; KRIZEK, D.T. Use of UV-C irradiation to prevent decay and maintain postharvest quality of ripe 'Tommy Atkins' mangoes. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 36, p. 767-773, 2001.

GUERRERO-BELTRÁN, J.A.; BARBOSA-CÁNOVAS, G.V. Advantages and limitations on processing foods by UV Light. **Food Science Technology International**, London, v. 10, p. 137-147, 2004.

ISHIHARA, A.; MIYAGAWA, H.; KUWAHARA, Y.; UENO, T.; MAYAMA, S. Involvement of Ca^{+2} ion in phytoalexin induction in oat. **Plant Science**, Limerick, v. 115, p. 9-16, 1996.

JACOMINO, A.P.; OJEDA, R. A.; KLUGE, R.A.; SCARPARE FILHO, J.A. Conservação de goiabas tratadas com emulsões de cera de carnaúba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 401-405, 2003.

KARABULUT, O.A.; COHEN, L.; WIESS, B.; DAUS, A.; LURIE, S.; DROBY, S. 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.

KLUGE, R.A.; CANTILLANO, R.F.F. Influência de ésteres de sacarose no armazenamento refrigerado de ameixas "amarelinha". **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 19, n. 3, p. 365-372, 1997.

KLUGE, R.A.; MINAMI, K. Efeito de ésteres de sacarose no armazenamento de tomates 'Santa Clara'. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 54, p. 39-44, 1997.

KLUGE, R.A.; NACHTIGAL, J.C.; FACHINELLO, J.C.; BILHALVA, A.B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado** 2. ed. Campinas: Rural, 2002. p. 214.

LARA, I.; GARCÍA, P.; VENDRELL, M. Modifications in cell wall composition alter cold storage of calcium-treated strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 34, p. 331-339, 2004.

LIMA, M.C.A.; ALVES, R.E.; ASSIS, J.S.; FILGUEIRAS, H.A.C.; COSTA, J.T.A. Aparência, compostos fenólicos e enzimas oxidativas em 'Itália' sob influência do cálcio e do armazenamento refrigerado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 39-43, 2002.

LU, J.Y.; STEVENS, C.; KHAN, V.A.; KABWE, M.; WILSON, C. L. The effect of ultraviolet irradiation on shelf-life and ripening of peaches and apples. **Journal of Food Quality**, Wastport, v. 14, p. 299-305, 1991.

MARI, M.; BERTOLINI, P.; PRATELLA, G.C. Non-conventional methods for control of post-harvest pear diseases. **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v. 94, p. 761-766, 2003.

MARTINS, M.C.; BETTI, J.A.; LEITE, R.M.V.B.C.; LEITE JUNIOR, R.P.; AMORIM, L. Doenças das rosáceas de caroço. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de fitopatologia**, 4. ed. São Paulo: Ceres, 2005. cap. 62, v. 4, p. 545-557.

MERCIER, J.; ROUSSEL, D.; CHARLES, M.T.; ARUL, J. Systemic and local responses associated with UV- and pathogen-induced resistance to *Botrytis cinerea* in Stored Carrot. **Phytopathology**, St. Paul, v. 90, n. 9, p. 981-986, 2000.

NAVA, A.G.; BRACKMANN, A. Armazenamento de pêssegos (*Prunus persica* (L.) Batsch), cv. chiripá, em atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, p. 328-332, 2002.

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

OGAWA, J.M.; FELICIANO, A.J.; MANJI, B.T. Evaluation of ozone as disinfectant in postharvest dumpk tank treatments for tomato. **Phytopathology**, St. Paul, v. 80, n. 3, p.1020, 1990. Apresentado no ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN PHYTOPATHOLOGICAL SOCIETY, 1990, Grand Rapids.

OGAWA, J.M.; ZEHR, E.I.; BIRD, G.W.; RITCHIE, D.F.; URIU, K.; UYEMOTO, J.K. **Compendium of stone fruit diseases**. Saint Paul: APS Press. 1995. 98p.

OJEDA, R.M. **Utilização de ceras, fungicidas e sanitizantes na conservação de goiabas “Pedro Sato” sob condições ambiente**. 2001. 57p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

OLIVEIRA, M.A de; SANTOS, C.H.dos.; HENRIQUE, C.M.; RODRIGUES, J.D. Ceras para conservação pós-colheita de frutos de abacateiro cultivar Fuerte, armazenados em temperatura ambiente. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57 n. 4, p. 777-780, 2000.

PALOU, L.; CRISOSTO, C.H.; SMILANICK, J.L.; ADASKAVEG, J.E.; ZOFFOLI, J.P. Effects of continuous 0.3 ppm ozone exposure on decay development and physiological responses of peaches and table grapes in cold storage. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 24, p. 39-48, 2002.

PALOU, L.; SMILANICK, J.L.; CRISOSTO, C.H.; MANSOUR, M.; PLAZA, P. Ozone gas penetration and controlo of the sporulation of *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum* within commercial packages of oranges during cold storage. **Crop Protection**, Guildford, v. 22, p. 1131-1134, 2003.

PÉRES, A. G.; SANZ, C.; RIOS, J.J.; OLIAS, R.; OLIAS, J.M. Effects of ozone treatment on postharvest strawberry quality. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, London, v. 47, p. 1652-1656, 1999.

PETRACEK, P.D.; DOU, HUATING.; PAO, STEVENS. The influence of applied waxes on postharvest physiological behavior and pitting of grapefruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 14, p. 99-106, 1998.

POOVAIAH, B.W. Role of calcium in prolonging storage life or fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 40, n. 5, p. 86-89, 1986.

SANHUEZA, R.M.V.; 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. 20p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 10).

SARIG, P.; ZAHAVI, T.; ZUTKHI, Y.; YANNAI, N.; LISKER, N.; BEM-ARIE, R. Ozone for control of post-harvest decay of table grapes caused by *Rhizopus stolonifer*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 48, p. 403-415, 1996.

SERRANO, M.; MARTINES-ROMERO, D.; CASTILLO, S., GUILLÉN, F.; VALERO, D. Role of calcium and heat treatments in alleviating physiological changes induced by mechanical damage in plum. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 34, p.155-167, 2004

SIDDIQUI, S; BANGERTH, F. Effect of pré-harvest application of calcium on fresh firmness and cell-wall composition of apples – influence of fruit size. **The Journal of Horticultural Science**, London, v. 70, n. 2, p. 263-269, 1995.

SHAMA, G.; ALDERSON, P. UV hornesis in fruits: a concept ripe for commercialisation. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 16, p. 128-136, 2005.

SKOG, L.J.; CHU, C.L. Effect of ozone on qualities of fruits and vegetables in cold storage. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 81, p. 773-778, 2001.

SOUZA, A.L.B. de. **Resistência pós-colheita do pêssego (*Prunus pérsica* (L) Bastch cv. Biuti) A *Monilinia fructicola*: Indução de respostas bioquímicas pela aplicação do CaCl_2 no local da injúria**, 1998. 161.p Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

SOUZA, A.L.B. de; CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B., MACHADO, J.C. Respostas bioquímicas em tecidos de pêssego ferido mecanicamente e tratado com CaCl_2 no local da injúria. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 3, p. 658-666, 1999.

SOUZA, A.L.B. de; CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B.; MACHADO, J.C. Efeito do cálcio na cura de ferimentos e na resistência de pêssego ao ataque de *Monilinia fructicola* (Wint.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 3, p. 616-624, 2001.

SPOTTS, R.A.; CERVANTES, L.A. Effect of ozonated water on postharvest pathogens of pear in laboratory and packinghouse tests. **Plant Disease**, St. Paul, v. 76, n. 6, p. 256-259, 1992.

STEVENS, C.; KHAN, V.A.; LU, J.Y.; WILSON, C.L.; PUSEY, P.L.; KABWE, K.; IGWEGBE, E.C.K.; CHALUTZ, E.; DROBY, S. The germicidal and hormoner effects of UV-C light on reducing brown rot disease and yeast microflora of peaches. **Crop Protection**, Guildford, v. 17, n. 1, p. 75-84, 1998.

STEVENS, C.; WILSON, C.L.; LU, J.Y.; KHAN, V.A.; CHALUTZ, E.; DROBY, S.; KABWE, K.; HAUNG, Z.; ADEYEYE, O.; PUSEY, L.P.; WISNIEWSKI, M.E.; WEST, M. Plant hormesis induced by ultraviolet light-C for controlling postharvest disease of tree fruits. **Crop Protection**, Guildford, v. 15, n. 2, p. 129-134, 1996.

STEVENS, C.; KHAN, V.A.; LU, J.Y.; WILSON, C.L.; PUSEY, P.L.; IGWEGBE, E.C.K.; KABWE, K.; MAFOLO, Y.; LIU, J.; CHALUTZ, E.; DROBY, S. Integration of Ultraviolet (UV-C) light with yeast treatment for control of postharvest storage rots of fruits and vegetables. **Biological Control**, Orlando, v. 10, p. 98-103, 1997.

TRIPATHI, P.; DUBEY, N.K. Exploitation of natural products as a alternative strategy to control postharvest fungal rotting of fruit and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 32, p. 235-245, 2004.

VILAS BOAS, E.V.B. Frutos climatéricos e não climatéricos: Implicação na pós-colheita. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS: PATOLOGIA PÓS-COLHEITA DE FRUTOS E HORTALIÇAS, 2., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: FAEPE, 2002. p. 9-18.

WILSON C.L.; ELGHAOUTH, A.; CHALUTZ, E.; DROBY, S.; STEVENS, C.; LU, JY.; KHAN, V.; ARUL, J. Potential of induced resistance to control postharvest diseases of fruits and vegetables. **Plant Disease**, St. Paul, v. 78, n. 9, p. 837-844, 1994.

XISTO, A.L.R.P.; ABREU, C.M.P.; CORREA, A.D.; SANTOS, C.D. Textura de goiabas "Pedro Sato", submetidas à aplicação de cloreto de cálcio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 1, p. 113-118, 2004.

ZAR, J. H. More on dichotomous variables. In: ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**, New Jersey: Prentice-Hall, 1999. chap. 10, p. 516-570.