

CONTROLE DE *Penicillium digitatum* EM PÓS-COLHEITA DE CITROS COM PRODUTOS ALTERNATIVOS*

DANIEL A. S. FRANCO^{1**} & WAGNER BETTIOL²

¹Departamento de Defesa Fitossanitária, Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Cx. Postal 237, CEP 18.603-970, Botucatu, SP, e-mail: daniel@cnpma.embrapa.br; ²Embrapa Meio Ambiente, Cx. Postal 69, CEP 13.820-000, Jaguariúna, SP, fax: (019) 3867-8740, e-mail: bettiol@cnpma.embrapa.br; bolsista do CNPq

(Aceito para publicação em 06/10/2000)

Autor para correspondência: Wagner Bettiol

FRANCO, D.A.S., BETTIOL, W. Controle de *Penicillium digitatum* em pós-colheita de citros com produtos alternativos. Fitopatologia Brasileira 25:602-606. 2000.

RESUMO

Visando selecionar produtos alternativos para o controle de *Penicillium digitatum* em pós colheita de citros (*Citrus* spp.) foram testados os seguintes produtos em frutos de laranja 'Pera': ácidos acetilsalicílico, salicílico, tartárico, málico, ascórbico, bórico, cítrico e glutâmico; glutamato monossódico; bicarbonato, carbonato e metabissulfito de sódio e de potássio; sorbato de potássio; benzoato de sódio; alanina; asparagina; cisteína; lisina; glicina; fenilalanina; prolina; tirosina; triptofano; metionina; isoleucina; óleos de soja, de eucalipto, de milho, de amêndoa, de olíva, de canola, de girassol, de *Cymbopogon citratus* e de *Vanillosmopsis erythropappa*; extratos de pó-de-guaraná, de *Azadiracta indica*, de *Calendula officinalis* e de *Chenopodium ambrosioides*; própolis; Lonlife; leite cru; lecitina; suspensão de saís; vinagre; *Bacillus subtilis*; *Saccharomyces cerevisiae*; *Trichoderma harzianum*; *Gliocladium roseum*; *Gliocladium*

virens; *Lactobacillus* e Tween; em comparação com tiabendazole, procloraz e imazalil. Cada produto foi testado em dez frutos feridos, em dois pontos opostos, na região do albedo. Os frutos foram inoculados com 20 µl de suspensão de conídios de *P. digitatum* (1×10^6 conídios.ml⁻¹). Em seguida, em cada ferimento, foram aplicados 20 µl da suspensão dos produtos alternativos. Após seis a sete dias foram avaliadas a incidência e a severidade da doença. Os resultados mostraram que bicarbonato de sódio a 1, 2 e 3%, carbonato de sódio a 1%, ácido bórico a 1 e 2%, sorbato de potássio a 1%, metabissulfito de sódio a 1%, alanina a 1% e glutamato monossódico a 1% e *G. roseum* ($8,6 \times 10^6$ conídios.ml⁻¹) apresentaram melhor desempenho para o controle de *P. digitatum* com controle semelhante aos fungicidas tiabendazole, procloraz e imazalil.

Palavras-chave: controle biológico, controle alternativo.

ABSTRACT

Alternative products for the control of green mold (*Penicillium digitatum*) in post-harvest citrus fruit

This work aimed to select alternative products to control of *Penicillium digitatum* in postharvest. The following products were tested: acetylsalicylic-, salicylic-, tartaric-, malic-, ascorbic-, boric-, citric- and glutamic-acid; monosodium glutamate; bicarbonate-, carbonate-, and metabisulphite of sodium and potassium; potassium sorbate; sodium benzoate; alanine; asparagine; cysteine; lysine; glycine; phenilalanine; proline; tyrosine; tryptophano; metyonine; isoleucine; soya-, eucalypt-, com-, almond-, olive-, canola-, sunflower-, *Cymbopogon citratus* and *Vanillosmopsis erythropappa*-oil; powder-of-guaraná-, *Azadiracta indica*-, *Calendula officinalis*- and *Chenopodium ambrosioides*-extract; propolis; Lonlife; raw milk; lecethin; *Bacillus subtilis*; *Saccharomyces cerevisiae*; *Trichoderma harzianum*; *Gliocladium roseum*; *Gliocladium virens*; *Lactobacillus*; tween. All products were

compared with thiabendazole; prochloraz and imazalil and control with and without inoculation. Each treatment was applied on 10 wounded fruits with cork borer in two opposite points, reaching the area of the albedo. Fruits were inoculated by pipeting a 20 µl - 10^6 spore.ml⁻¹ suspension of *P. digitatum* in the cavities. In each wound were applied 20 µl of the suspension of a alternative products in agreement with the treatment. The disease incidence and severity were determined six or seven days after incubation. Sodium bicarbonate at 1, 2 and 3%, sodium carbonate at 1%, horic acid at 1 and 2%, potassium sorbate at 1%, sodium metabisulphite at 1%, alanine at 1% and monosodium glutamat at 1% and *Gliocladium roseum* ($8,6 \times 10^6$ spore.ml⁻¹) showed the best performance for the control of *P. digitatum* in fruits of orange 'Pera', with control levels similar to the fungicides used as patterns.

INTRODUÇÃO

Entre as doenças mais importantes na deterioração da laranja (*Citrus* spp.) em pós-colheita destaca-se o bolor verde causado por *Penicillium digitatum* Sacc. Também causam

* Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor, apresentada à Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP-Botucatu. (1999).

** Bolsista da CAPES.

podridões de frutos cítricos: *Phytophthora citrophthora* (R.E.Sm. & E.H.Sm.) Leonian., *Diaporthe citri* Wolf, *Alternaria citri* Ell. & Pierce, *Diplodia natalensis* P. Evans e *Geotrichum candidum* Link ex Pers. (Brown & Ecker, 1989), mas com menor gravidade.

Como forma de controlar esses patógenos vêm sendo utilizados o tratamento químico, a irradiação, a termoterapia e práticas culturais visando reduzir o inóculo no campo. Os tratamentos químicos têm sido os mais utilizados, em pré e pós-colheita. No Brasil, os fungicidas do grupo dos benzimidazoles, que possuem várias restrições de uso, como o de selecionar estirpes resistentes dos patógenos, são os mais utilizados. Novos fungicidas vêm sendo estudados, mas não possuem registro para uso em pós-colheita no Brasil. A situação se agrava no caso de produtos para exportação, uma vez que existem diferenças entre as legislações dos países consumidores na aceitação de determinados fungicidas, bem como na concentração de resíduos tolerada. Outro fator a ser considerado é o acúmulo de pesticidas na cadeia alimentar, que pode acarretar sérios prejuízos ao consumidor quando não são observados os períodos de carência e as doses máximas de resíduos tolerados pela legislação (Kretschmar, 1991).

Vários sais orgânicos e inorgânicos, ácidos lipofílicos e seus sais, alguns dos quais são usados no processamento de alimentos na indústria, apresentam propriedades antimicrobianas e podem ser usados em tratamentos pós-colheita de citros para o controle do bolor verde (Homma *et al.*, 1981; Smilanick *et al.*, 1997; Smilanick & Margosan, 1998; Smilanick *et al.*, 1999). Eles têm sido testados para a inibição de fungos fitopatogênicos em diferentes culturas (Horst *et al.*, 1992; Ziv & Zitter, 1992; Al Zaemey *et al.*, 1993; Punja & Gaye, 1993; Oliver *et al.*, 1998). A eficiência desses sais orgânicos e inorgânicos dependem da concentração (geralmente entre 0,2 e 3%) e do microrganismo alvo (Punja & Gaye, 1993). Esses produtos podem ser aplicados diretamente na superfície dos frutos e vegetais ou em toda a planta como pó ou por pulverização. Em pós colheita, geralmente, são utilizados em banhos de imersão ou aplicados juntamente com a cera de recobrimento dos frutos (Oliver *et al.*, 1998; Smilanick *et al.*, 1999).

Alternativas visando a redução do uso de fungicidas vêm sendo pesquisadas e com resultados promissores no controle de fitopatógenos em diversas culturas. Nesta linha de pesquisa, enfoque particular está sendo dado ao controle biológico e ao uso de extratos de vegetais, produtos alimentares, aditivos de alimentos e resíduos da produção de alimentos para o controle de doenças de plantas (Sholberg & Gaunce, 1995), com resultados satisfatórios e apontando para uma utilização prática.

O presente trabalho teve como objetivo estudar a eficiência de produtos alternativos aos fungicidas (microrganismos antagonísticos, extratos de plantas, aditivos de alimentos, produtos alimentares e resíduos da produção de alimentos) no controle do bolor verde (*P. digitatum*), em pós-colheita de frutos de laranja 'Pêra'.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de laranja 'Pêra', utilizados nos ensaios, foram adquiridos em galpão de embalagem no estádio fisiológico maduro, antes de receber qualquer tratamento pós-colheita. Os frutos foram lavados em solução de hipoclorito de sódio a 0,5% (v/v) por três minutos e enxaguados duas vezes em água de torneira. Após a secagem, os frutos foram colocados em bandejas de papelão. Posteriormente, os frutos foram feridos com um tubo vazado (3,0 mm de diâmetro), em dois pontos opostos na região equatorial, a uma profundidade de mais ou menos dois milímetros, atingindo a região do albedo. Após o ferimento os frutos foram inoculados com 20 µl de uma suspensão de conídios de *P. digitatum* (1,7 x 10⁶ conídios.ml⁻¹), isolado de frutos de laranja 'Pera' e multiplicado em BDA. Em seguida, em cada ferimento, foram aplicados 20 µl da suspensão dos produtos alternativos a serem testados. Todos os produtos foram comparados com as testemunhas com e sem inoculação do patógeno e com um dos fungicidas padrões (tiabendazole, procloraz e imazalil a 0,15%).

Após a inoculação os frutos foram incubados à temperatura de 25±5 °C, umidade relativa de 85-90% e fotoperíodo de 12/12 h. Transcorridos de seis a sete dias foram realizadas avaliações da incidência e da severidade da doença. Para tanto, em cada ferimento foi medido, com auxílio de uma régua flexível, o diâmetro médio da lesão nas posições horizontal e vertical, acompanhando a curvatura do fruto. Para calcular a severidade foi medida a altura média de dez laranjas com a régua flexível acompanhando o seu formato, em cada ensaio. A severidade da doença foi calculada a partir do diâmetro médio das lesões de cada tratamento, descontando-se 3,0 mm do diâmetro do ferimento, pela fórmula: % Severidade = (Diâmetro médio das lesões/ Altura média dos frutos) x 100. A incidência da doença foi calculada a partir do número de frutos infetados pela doença em cada tratamento, pela fórmula: % Incidência = (Nº de frutos infectados/Nº total de frutos) x 100. A porcentagem de controle da doença foi calculada a partir do diâmetro médio das lesões de cada tratamento, descontando-se 3,0 mm do diâmetro do ferimento.

Como foram testados 60 produtos alternativos, foram realizados seis ensaios, sendo que todos seguiram o mesmo método descrito anteriormente. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com 10 frutos para cada tratamento. Os dados dos ensaios foram analisados estatisticamente pelo teste t de Student.

Os produtos testados nos ensaios e suas respectivas concentrações foram:

Microrganismos antagonísticos: foram testados os metabólitos de *Bacillus subtilis* Cohn a 1% (p/v); *Lactobacillus casei* Shirota a 50% (v/v); *Saccharomyces cerevisiae* Meyen a 5% (p/v); suspensão de conídios de *Trichoderma harzianum* Rifai (1051-04/97), *Gliocladium roseum* Baibñier (CCT - 1203 05/96) e *Gliocladium virens* Müller, Giddens & Foster (CCT - 3219 05/96) a 8,1 x 10⁶,

$8,6 \times 10^6$ e $2,9 \times 10^6$ conídios.ml⁻¹, respectivamente; *S. cerevisiae* a 5% (p/v) mais *G. roseum* a $8,6 \times 10^6$ conídios.ml⁻¹ na proporção de 1:1.

Extratos e óleos vegetais: foram testados a tintura de própolis a 10% (v/v); Lonlife a 0,15, 0,5, 0,8 e 1% (v/v); extratos de *Azadirachta indica* A. Juss (Nim) a 10% (p/v), *Chenopodium ambrosioides* L. (Erva de Santa Maria) a 10% (v/v) mais Tween 80 a 1,7% (v/v) e *Calendula officinalis* L. a 10% (v/v); óleos essenciais de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf. (Capim limão) e *Vanillosmopsis erythropappa* (DC.) Selt. et Bip. (Candeia) a 5% (v/v) mais Tween 80 a 1,7% (v/v). O extrato de Nim foi preparado a partir de folhas desidratadas na proporção de 10% (p/v), filtrado em gaze esterilizada, seguida de esterilização por filtração com filtro Millipore de 0,2 µm. Também foram estudados os óleos de eucalipto (*Eucalyptus* spp.), de amêndoa (*Theobromae cacao* L.), de oliva (*Olea europae* L.), de milho (*Zea mays* L.), de soja [*Glycine max* (L.) Merrill], de canola (*Brassica napus* L.) e de girassol (*Helianthus annuus* L.) a 10% (v/v) mais Tween 80 a 1,7% (v/v); pó-de-guaraná a 1% (p/v) e óleo essencial de Capim limão a 1% (v/v) mais bicarbonato de sódio a 1% (p/v) mais Tween 20 a 0,015% (v/v).

Aditivos de alimentos: foram estudados o sorbato e metabissulfito de potássio; os ácidos tartárico e málico e benzoato de sódio a 0,15% e a 1% (p/v); o bicarbonato de sódio a 3% (p/v); o sorbato de potássio, o benzoato de sódio e o metabissulfito de sódio a 0,5 e 1% (p/v); os ácidos ascórbico, salicílico, glutâmico, cítrico e bórico a 1% (p/v); o carbonato de sódio e o de potássio e o bicarbonato de potássio a 1% (p/v); o carbonato de sódio, o metabissulfito de sódio, o sorbato de potássio, o bicarbonato de sódio e o glutamato monossódico (Aji-no-moto) a 1% (p/v); e o ácido acetilsalicílico (Aspisin) a 1% (v/v). Foram estudadas diferentes concentrações do ácido bórico e do bicarbonato de sódio a 1, 2, 3 e 4 % (p/v), com e sem adição do espalhante adesivo Agral (Zeneca Brasil Ltda) a 0,03% (v/v).

Aminoácidos: foram testados L - isoleucina, L - prolina, L - tirosina, L - triptofano, L - lisina monoclórato, glicina, F - fenilalanina, L - asparagina monohidratada, L - alanina, L - metionina e cisteína cloridrato a 1% (p/v).

Outros: foram também estudados leite cru a 50% (v/v); Tween 80 a 1,7% (v/v); suspensão de sais [NH₄NO₃ (37,1 g.l⁻¹), (NH₄)₂SO₄ (139,6 g.l⁻¹), K₂HPO₄ (10,1 g.l⁻¹), KNO₃ (26,0 g.l⁻¹), Ca(NO₃)₂ · 4 H₂O (17,7 g.l⁻¹), MgSO₄ · 7 H₂O (50,7 g.l⁻¹), NaNO₃ (11,1 g.l⁻¹), FeSO₄ · 7 H₂O (0,5 g.l⁻¹), MnCl₂ · 4 H₂O (0,072 g.l⁻¹) e ZnMoO₄ · 2 H₂O (0,0025 g.l⁻¹)] a 1,5 % (v/v); vinagre de vinho tinto (Vinagre Castelo Ltda) a 20 e 30% (v/v); e lecitina de soja a 5,5% (v/v) mais Tween 80 a 1,7% (v/v).

Todos os produtos estudados, nos diferentes testes, foram preparados separadamente em uma solução de 50 ml, utilizando-se água destilada esterilizada contida em um Erlenmeyer de 125 ml. Entretanto, as emulsões de óleos e de lecitina foram preparadas em tubos de cultura com 10 ml de água destilada esterilizada. Inicialmente os óleos e a lecitina foram homogeneizados com o Tween 80 a 1,7% (v/v) com auxílio do Vortex, acrescentando posteriormente a água

destilada esterilizada. A lecitina de soja, em seguida, foi colocada em ultra som durante 10 minutos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As porcentagens de controle da doença na testemunha inoculada foram ajustadas por média, a partir da qual corrigiu-se os valores dos dados de cada tratamento, estando os tratamentos promissores de todos os ensaios realizados no Tabela 1.

Na seleção dos produtos foi considerado apenas o produto com um índice de doença inferior a um. O índice de doença foi obtido pela multiplicação do valor da incidência do tratamento, pelo respectivo valor da severidade, dividido por 1000. Os valores do índice de doença e a severidade apresentam uma correlação de -0,94, podendo selecionar os produtos por seus valores. Portanto, para o controle do bolor verde em frutos de laranja 'Pera' destacaram os seguintes produtos alternativos: ácido bórico a 2%, sorbato de potássio a 1%, bicarbonato de sódio a 3% e *G. roseum* a $8,6 \times 10^6$ conídios.ml⁻¹ com controles da doença superiores a 95%, e semelhante ao controle do fungicida padrão. Em seguida, também obtiveram destaque alanina a 1%, bicarbonato de sódio a 1 e 2%; carbonato de sódio a 1%; glutamato monossódico a 1%; metabissulfito de sódio a 1% e ácido bórico a 1% com controle da doença entre 63 e 91%.

Os bicarbonatos e carbonatos são aditivos de alimentos usados na fermentação, no controle de pH, para conferir sabor, na modificação da textura e no controle da esporulação, também, controlam diversos patógenos de plantas (Horst *et al.*, 1992; Ziv & Zitter, 1992; Oliver *et al.*, 1998). Smilanick *et al.* (1999) observaram que a imersão de frutas cítricas em soluções de bicarbonato e carbonato de sódio reduzem a subsequente incidência do bolor verde em pós-colheita, causado por *P. digitatum*, de modo semelhante aos resultados no presente trabalho (Tabela 1). Este tratamento pode ser uma ferramenta útil no manejo de isolados resistentes aos fungicidas, o qual tornou-se um problema (Bus *et al.*, 1991; Eckert *et al.*, 1994). Sua eficiência é semelhante àquela dos fungicidas empregados para o controle do bolor verde (Smilanick *et al.*, 1995), e em geral é superior aos outros tratamentos que são alternativos aos fungicidas, tal como o calor (Smilanick *et al.*, 1995) ou o controle biológico (Smilanick & Denis-Arrue, 1992). O bicarbonato de sódio tem como vantagem que em peso equivalente a sua solução têm um baixo pH e menos sódio do que uma solução similar de carbonato de sódio. Além disso, outra vantagem do bicarbonato de sódio é que pode ser clorado com hipoclorito de sódio a 200 µg.ml⁻¹, resultando no aumento do controle do bolor verde (Smilanick *et al.*, 1999). De acordo com Franco & Bettiol (1999a), existem poucas barreiras regulatórias para o uso dos conservadores de alimentos, pois a maioria deles, são classificados como seguros pelo "US Food and Drug Administration". Em 1997, a "US Environmental Protection Agency" declarou que os bicarbonatos foram isentos de resíduos de tolerância em todos os produtos agrícolas, e o

“United States Department of Agriculture” classificou os carbonatos e bicarbonatos, como ingredientes aprovados em produtos rotulados como ‘orgânicos’, em regulamentação proposta para padronizar as práticas orgânicas.

A aplicação de sorbato de potássio a 1% nos frutos de laranja ‘Pera’ resultou em um controle efetivo da doença em relação a testemunha inoculada (Tabela 1). Esses dados estão de acordo com os obtidos por Al Zaemey *et al.* (1993). Os quais verificaram uma completa inibição, *in vitro*, de *Colletotrichum musae* (berk. & Curtis) Arx com a aplicação de sorbato de potássio a 0,125% e a redução do desenvolvimento das lesões da doença quando aplicado a 2% em frutos de banana.

O ácido bórico a 1 e 2% controlou a doença de forma semelhante aos tratamentos com bicarbonato e carbonato de sódio e com o fungicida padrão (Tabela 1), resultados esses semelhantes aos obtidos por Winston (1935) citado por Smilanick *et al.* (1999). Franco & Bettiol (1999b) verificaram que o ácido bórico apresentou 100% de inibição da germinação de conídios de *P. digitatum*, confirmando a eficiência do produto.

A aplicação de metabissulfito de sódio e de potássio para o controle de fungos em pós-colheita é descrito por Silva (1998). Nesse estudo o metabissulfito de sódio controlou o bolor verde em 83%, em relação à testemunha (Tabela 1). Franco & Bettiol (1999b) verificaram que esse produto inibiu totalmente a germinação de conídios de *P. digitatum*, empregando-se o método do flavedo.

Microrganismos antagonísticos também são largamente utilizados em tratamentos de pós-colheita, visando o controle de doenças. Espécies do gênero *Gliocladium*, empregadas no controle do mofo cinzento causado por *Botrytis cinerea* Pers., na cultura do morango (*Fragaria x ananassa* Duch.). O principal mecanismo pelo qual *G. roseum* inibe *B. cinerea* em morango é a competição por substrato, sendo também reportado ação por meio de enzimas líticas no controle biológico (Melo, 1998). Quanto ao controle do bolor verde, *G. roseum* controlou a doença em 98% (Tabela 1). A competição por substrato ou ação por enzimas líticas podem estar envolvidas no controle do *Penicillium* sp., haja visto que Bettiol & Franco (1999b) não verificaram inibição na germinação de conídios de *P. digitatum*. Por outro lado, *T. harzianum*, *G. virens*, *S. cerevisiae* e *B. subtilis* não foram eficientes no controle da doença (Bettiol & Franco, 1999b).

Dos aminoácidos testados alanina a 1% foi o mais eficiente, controlando a doença em 90,7%. Apesar do controle da doença, alanina não foi efetiva na inibição da germinação de conídios de *P. digitatum* (Bettiol & Franco, 1999b). O efeito de aminoácidos no controle de doenças de plantas vem sendo demonstrado por Bettiol & Franco (1999ab).

Os produtos alternativos selecionados, podem fazer parte de um manejo para o controle do bolor verde, integrando as técnicas de pós-colheita com as técnicas de pré-colheita. Essa tecnologia que emprega conservadores de alimentos, aminoácidos, extratos vegetais e microrganismos antagonísticos, enquadram-se em estratégias de controle biológico de

TABELA 1 - Controle do bolor verde causado por *Penicillium digitatum* em frutos de laranja (*Citrus* sp.) ‘Pêra’ com produtos alternativos

Tratamento	Incidência ¹ (I)	Severidade ² (S)	Controle (%)	Índice ³ (ID)
Testemunha	100,0	75,1	-	7,51
Bicarbonato Na 1%	40,0	20,5*	72,7	0,82
Ácido bórico 1%	40,0	16,4*	78,2	0,66
Metabissulfito Na 1%	50,0	12,6*	83,2	0,63
Glutamato monossódico 1%	40,0	12,2*	83,7	0,49
Carbonato Na 1%	40,0	11,8*	84,3	0,47
Bicarbonato Na 2%	10,0	28,1*	62,6	0,28
Alanina 1%	30,0	7,0*	90,7	0,21
<i>Gliocladium roseum</i>				
8,6 x 10 ⁶ conídios.ml ⁻¹	50,0	1,5*	98,0	0,07
Bicarbonato Na 3%	20,0	3,6*	95,2	0,07
Sorbato K 1%	10,0	1,9*	97,5	0,02
Ácido bórico 2%	0,0	0,0*	100,0	0,00
Tiabendazole 0,15%	0,0	0,0*	100,0	0,00

Leitura após 6 a 7 dias de incubação a 25 °C±5 e 85-90% UR. Dez frutos por tratamento;

¹I=(Número de frutos infetados/número total de frutos) x 100;

²S=(Diâmetro médio da lesão/altura média do fruto) x 100;

³ID = (I% x S%)/1000.

* Tratamentos diferem significativamente da testemunha com inóculo (Teste t, P < 0,01).

patógenos de plantas. Estas, são perfeitamente compatíveis com o processo de manuseio dos frutos cítricos em casas de embalagens. Apresentam, ainda, baixo custo e possibilitam a sua utilização a curto prazo, em vista do crescimento do mercado interno de frutos cítricos *in natura*. Pode-se afirmar, pelos resultados obtidos que estes produtos apresentam potencial de uso para o controle do bolor verde de frutos cítricos, devendo os mesmos serem testados em condições comerciais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL ZAEMEY, A.B., MAGAN, N. & THOMPSON, A.K. Studies on the effect of fruit-coating polymers and organic acids on growth of *Colletotrichum musae* *in vitro* and on post-harvest control of anthracnose of bananas. *Mycological Research* 97:1463-1468. 1993.
- BETTIOL, W. & FRANCO, D.A.S. Controle de *Penicillium digitatum* em pós-colheita de citros com aminoácidos, conservadores alimentares e antagonistas. *Fitopatologia Brasileira* 24:267. 1999a.
- BETTIOL, W. & FRANCO, D.A.S. Inibição da germinação de conídios de *Penicillium digitatum* com aminoácidos e antagonistas. *Fitopatologia Brasileira* 24:268. 1999b.
- BROWN, G.E. & ECKERT, J.W. Postharvest fungal diseases In: Whiteside, J.O., Gernsey, S.M. & Timmer, L.W. *Compendium of citrus diseases*. St. Paul, APS Press. 1989. p. 80.
- BUS, V.G., BONGERS, A.J. & RISSE, L.A. Occurrence of *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum* resistant to benomyl, thiabendazole, and imazalil on citrus fruit

- from different geographic origins. *Plant Disease* 75:1098-1100. 1991.
- ECKERT, J.W., SILVERT, J.R. & RATNAYAKE, M. Reduction of imazalil effectiveness against citrus green mold in california packinghouses by resistant biotypes of *Penicillium digitatum*. *Plant Disease* 78:971-974. 1994.
- FRANCO, D.A.S. & BETTIOL, W. Controle do Bolor Verde em pós-colheita de citros com produtos alternativos. In: Ambrosiano, E. (Coord.) Agricultura Ecológica. Guaíba: Agropecuária. 1999a. pp. 121-130.
- FRANCO, D.A.S. & BETTIOL, W. Efeito de produtos alternativos na inibição da germinação de conídios de *Penicillium digitatum*. *Fitopatologia Brasileira* 24:285-286. 1999b.
- HOMMA, Y., ARIMOTO, Y. & MISATO, T. The control of citrus storage disease by sodium bicarbonate formulation. *Proceedings of the International Society of Citriculture* 2:823-825. 1981.
- HORST, R.K., KAMAMOTO, S.O. & PORTER, L.L. Effect of sodium bicarbonate and oils on the control of powdery mildew and black spot of roses. *Plant Disease* 76:247-251. 1992.
- KRETZSCHMAR, A.A. Controle biológico de patógenos que ocorrem em pós-colheita. In: Bettiol, W. (Ed.) Controle biológico de doenças de plantas. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPDA. 1991. pp. 53-69.
- MELO, I.S. Agentes microbianos de controle de fungos fitopatogênicos In: Melo, I.S., Azevedo, J.L. Controle Biológico, v. 1, Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA, 1998. pp. 17-59.
- OLIVER, C., HALSETH, E.D., MIZUBUTI, E.S.G. & LORIA, R. Postharvest application of organic and inorganic salts for suppression of silver scurf on potato tubers. *Plant Disease* 82:213-217. 1998.
- PUNJA, Z.K. & GAYE, M.M. Influence of postharvest handling practices and dip treatments on development of black root rot on fresh market carrots. *Plant Disease* 77:989-995. 1993.
- SHOLBERG, P.L. & GAUNCE, A.P. Fumigation of fruit with acetic acid to prevent postharvest decay. *Hort Science* 30:1271-1275. 1995.
- SILVA, E.A.B.R. Controle pós-colheita de *Botrytis cinerea* e *Colletotrichum gloeosporioides* em uva 'itália' pelo uso de sachês de metabissulfito de sódio. (Tese de Doutorado). Botucatu, Universidade Estadual Paulista. 1998.
- SMILANICK, J.L. & DENIS-ARRUE, R. Control of green mold of lemons with *Pseudomonas* species. *Plant Disease* 76:481-485. 1992.
- SMILANICK, J.L., MACKEY, B.E., REESE, R., USALL, J. & MARGOSAN, D.A. Influence of concentration of soda ash, temperature, and immersion period on the control of postharvest green mold of oranges. *Plant Disease* 81:379-382. 1997.
- SMILANICK, J.L. & MARGOSAN, D.A. Control of citrus green mold by carbonate and bicarbonate salts. *Phytopathology* 88:83. 1998.
- SMILANICK, J.L., MARGOSAN, D.A. & HENSON, D.J. Evolution of heated solutions of sulfur dioxide, ethanol, and hydrogen peroxide to control postharvest green mold of lemons. *Plant Disease* 79:742-747. 1995.
- SMILANICK, J.L., MARGOSAN, D.A., MLIKOTA, F., USALL, J. & MICHAEL, I.F. Control of citrus green mold by carbonate and bicarbonate salts and the influence of commercial postharvest practices on their efficacy. *Plant Disease* 83:139-145. 1999.
- ZIV, O. & ZITTER, T.A. Effects of bicarbonates and film-forming polymers on cucurbit foliar diseases. *Plant Disease* 76: 513-517. 1992.