

COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA

EFEITO DE PRODUTOS ALTERNATIVOS PARA O CONTROLE DO BOLOR VERDE (*Penicillium digitatum*) EM PÓS-COLHEITA DE CITROS¹

DANIEL ANDRADE DE SIQUEIRA FRANCO² & WAGNER BETTIOL³

RESUMO - O objetivo do trabalho foi verificar a ocorrência de sinergismo entre misturas de produtos alternativos aos fungicidas, para o controle do bolor verde (*Penicillium digitatum*) em pós-colheita de citros. Foram testados dez produtos individualmente e trinta e cinco combinações destes produtos dois a dois, em comparação com tiabendazole e testemunha, com e sem inoculação. Os produtos testados não apresentaram efeito de sinergismo, exceto a mistura carbonato de Na + ácido bórico. Carbonato de Na e ácido bórico controlaram a doença em 78 e 87%, respectivamente, e, utilizando a mistura, o controle foi de 93%. Destacaram-se, ainda no controle da doença, o bicarbonato de Na, metabissulfito de Na e as misturas de bicarbonato de sódio + ácido bórico, carbonato de Na + carbonato de K, carbonato de Na + sorbato de K, bicarbonato de Na + carbonato de Na, controlando 92; 77; 81; 77; 75 e 71%, respectivamente. O tiabendazole utilizado como padrão controlou totalmente a doença.

Termos para indexação: conservadores de alimentos, controle alternativo, *citrus*.

EFFECT OF THE ALTERNATIVE PRODUCTS FOR CONTROL OF GREEN MOLD (*Penicillium digitatum*) IN POST-HARVEST CITRUS FRUIT

ABSTRACT - The objective of this work was verify the occurrence of synergism of mixtures for alternative products to the fungicides for the control of the green mold (*Penicillium digitatum*) in post-harvest citrus fruits. The efficiency of ten products, tested individually, and thirty five combinations among them, in pairs, were compared to thiabendazole and control, with and without inoculation. The products didn't present a synergism effect, except the mixture sodium carbonate + boric acid, that had a disease control of 93%. The products, sodium carbonate and boric acid controled 78 and 87%, respectively. The sodium bicarbonate, sodium methabisulphite and the mixtures of sodium bicarbonate + boric acid, sodium carbonate + potassium carbonate, sodium carbonate + potassium sorbate, sodium bicarbonate + sodium carbonate had a disease control of 92%, 77%, 81%, 77%, 75% and 71%, respectively. The fungicide treatment with thiabendazole used by standard had a whole disease control.

Index terms: food conservatives, alternative control, *citrus*.

O bolor verde, causado por *Penicillium digitatum*, é a principal doença em pós-colheita de frutos cítricos em todo o mundo. Como forma de controlar esse patógeno, vêm sendo utilizadas práticas culturais visando a reduzir o inóculo no campo, o tratamento químico, a irradiação e a termoterapia. Os tratamentos químicos são os mais utilizados, em pré e pós-colheita. No Brasil, os fungicidas do grupo dos benzimidazóis são os mais utilizados, e estes possuem várias restrições de uso, como o de selecionar estirpes resistentes dos patógenos quando usados continuamente. Alternativas visando à redução do uso de fungicidas vêm sendo pesquisadas e com resultados promissores no controle de vários fitopatógenos. Enfoque particular vem sendo dado ao controle biológico e ao uso de extratos de planta, de produtos alimentares, de aditivos de alimentos, de resíduos da produção de alimentos e de conservadores de alimentos no controle de doenças de plantas de forma geral (Sholberg & Gaunce, 1995).

Vários sais orgânicos e inorgânicos, 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 (Smilanick *et al.*, 1997; Smilanick *et al.*, 1999; Franco & Bettiol, 1999). Eles têm sido testados para a inibição de patógenos fúngicos em culturas no campo, em plantas ornamentais e em frutos na pós-colheita (Horst *et al.*, 1992). Em pós-colheita, geralmente, são utilizados em banhos de imersão ou aplicados juntamente à cera de recobrimento dos frutos (Smilanick *et al.*, 1999).

Na indústria de alimentos, dois ou mais conservadores químicos são freqüentemente encontrados para agirem sinergicamente, sendo mais efetivos do que tratamentos individuais no controle do crescimento microbiano. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo testar o potencial da combinação de soluções de conservadores de alimentos e de extratos de plantas, para o controle de *P. digitatum* em frutos de laranja 'Pêra' em pós-colheita.

A inibição da germinação dos conídios de *P. digitatum*

1 (Trabalho 264/2000). Recebido: 04/12/2000. Aceito para publicação: 04/06/2002.

2 Eng^o Agr^o, M.Sc, Aluno do curso de pós-graduação, Proteção de Plantas, FCA/UNESP/Botucatu, C.P. 237, CEP 18603-970, Botucatu-SP, Bolsista do CNPq.

3 Eng^o Agr^o, pesquisador da EMBRAPA Meio Ambiente, C.P. 69, CEP 13.820-000, Jaguariúna-SP, Bolsista do CNPq.

foi realizada pelo método do flavedo (Franco & Bettiol, 2000), empregando-se as soluções dos produtos individualmente. A porcentagem de inibição da germinação de conídios de *P. digitatum* com tiabendazole a 0,15%, bicarbonato de Na a 3% e carbonato de Na a 1% foram de 18; 95 e 96%, respectivamente. Para o metabissulfito de Na a 1% , o sorbato de K a 1%, o carbonato de K a 1% e o ácido bórico a 1% na inibição da germinação dos conídios foi de 100% (Tabela 1).

Os ensaios foram realizados com frutos no estágio fisiológico maduro, classificados quanto ao tamanho por meio de equipamento e selecionados manualmente. Posteriormente, 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. Em seguida, os frutos foram feridos com um tubo vazado (3 mm de diâmetro), em dois pontos opostos na região equatorial, a uma profundidade de ± 2 mm, atingindo a região do albedo. Após o ferimento, os frutos foram inoculados com 20 mL de uma suspensão de conídios de *P. digitatum* ($1,7 \times 10^6$ conídios.mL⁻¹). Em seguida, em cada ferimento, foram aplicados 20 mL da suspensão dos produtos alternativos a serem testados (Kavanagh & Wood, 1971). Todos os produtos foram comparados com as testemunhas, com e sem inoculação do patógeno, e com o fungicida tiabendazole a 0,15% (Tabela 2). Após a inoculação, os frutos foram incubados à temperatura de 25 ± 5 °C, umidade relativa de 85-90% e fotoperíodo de 12/12 horas. Transcorridos cinco dias, foram realizadas avaliações da incidência e da severidade da doença. A porcentagem de controle da doença foi calculada a partir do diâmetro médio das lesões de cada tratamento, em relação ao controle inoculado. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com dez frutos em cada tratamento, com dois ferimentos opostos em cada fruto, totalizando vinte repetições por tratamento.

Os produtos alternativos promissores, carbonato de Na 1% + ácido bórico 1%, bicarbonato de Na 3%, ácido bórico 1%, bicarbonato de Na 3% + ácido bórico 1%, carbonato de sódio 1%, carbonato de Na 1% + carbonato de K 1%, metabissulfito de Na 1%, carbonato de sódio 1% + sorbato de K 1% e bicarbonato de Na 3% + carbonato de Na 1%, controlaram a doença em 93,0;

92,1; 87,7; 81,7; 78,5; 77,6; 77,0; 75,5 e 71,6%, respectivamente, quando comparados ao controle com tiabendazole, que teve eficiência de controle de 100% (Tabela 2). Entretanto, não houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos quando considerada a severidade da doença. Os demais tratamentos apresentaram controle da doença inferiores a 70%. Considerando-se ambos os produtos constituintes de cada mistura, apresentou incremento no controle da doença apenas o tratamento de carbonato de Na 1% + ácido bórico 1% (sendo 14,5% maior em relação ao tratamento de carbonato de Na e 5,3% em relação ao ácido bórico, individualmente). Os demais tratamentos, constituídos de mistura de produtos alternativos, não apresentaram efeito de sinergismo (Tabela 2).

Smilanick *et al.* (1999) observaram que a imersão de frutas cítricas em soluções de bicarbonato e carbonato de sódio reduziu a incidência do bolor verde em pós-colheita causado por *P. digitatum*, resultados semelhantes aos obtidos no presente trabalho (Tabela 2). Este tratamento pode ser ainda uma ferramenta útil no manejo de isolados resistentes aos fungicidas (Bus *et al.*, 1991). A eficiência desses sais é semelhante à dos fungicidas empregados para o controle do bolor verde e, em geral, superior aos outros tratamentos que são alternativos aos fungicidas (Smilanick & Denis-Arrue, 1992). Franco & Bettiol (1999) relataram que o uso dos conservadores de alimentos é seguro, podendo-se usar os bicarbonatos em todos os produtos agrícolas com isenção de resíduos de tolerância. Também, os carbonatos e bicarbonatos são classificados pela legislação americana, como ingredientes aprovados em produtos rotulados como 'orgânicos', em regulamentação proposta para padronizar as práticas orgânicas.

Os produtos alternativos promissores 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 é perfeitamente compatível 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*.

TABELA 1 – Inibição da germinação de conídios de *Penicillium digitatum* com produtos alternativos aos fungicidas, empregando o método do flavedo.

Produtos	% de inibição da germinação*
Testemunha (água)	0
Bicarbonato K 1%	0
Alanina 1%	0
Tween 80 1,7% (T)	0
<i>Cymbopogon cytratus</i> 5% + T	0
Glutamato Na 1%	0
Thiabendazole 0,15%	18
Bicarbonato Na 3%	95
Carbonato Na 1%	96
Metabissulfito Na 1%	100
Sorbato K 1%	100
Carbonato K 1%	100
Ácido bórico 1%	100

* Média de nove discos de tecido de flavedo, observação em dez campos por disco, após 21 horas de incubação em câmara úmida e escura a 25 ± 2 °C.

TABELA 2 – Controle em pós-colheita do bolor verde, causado por *Penicillium digitatum* em frutos de laranja ‘Pêra’, por produtos alternativos.

Tratamento	Incidência ^x	Severidade ^y	*	Controle %
Tween 80 a 1,7% (T)	100	97,0	a	0,0
Testemunha com inóculo	100	93,5	a	0,0
<i>C. citratus</i> 5% + T + Glutamato Na 1%	100	88,7	ab	5,2
Alanina 1%	100	83,6	abc	10,6
Metabissulfito Na 1% + Bicarbonato K 1%	100	80,6	abcd	13,9
Bicarbonato Na 3% + Metabissulfito Na 1%	100	75,5	abcde	19,3
Glutamato Na 1%	100	74,6	abcde	20,2
<i>C. citratus</i> 5% +T + Metabissulfito Na 1%	100	74,0	abcde	20,8
<i>C. citratus</i> 5% + T + Bicarbonato K 1%	90	70,4	abcdef	24,7
Sorbato K 1% + Bicarbonato K 1%	100	68,5	abcdefg	26,7
Metabissulfito Na 1% + Carbonato K 1%	100	68,4	abcdefg	26,8
Sorbato K 1% + Metabissulfito Na 1%	100	67,5	abcdefgh	27,8
<i>C. citratus</i> 5% + T + Carbonato Na 1%	100	66,9	abcdefghi	28,4
<i>C. citratus</i> 5% + T + Carbonato K 1%	100	66,0	abcdefghi	29,4
Carbonato Na 1% + Metabissulfito Na 1%	100	66,0	abcdefghi	29,5
Sorbato K 1% + Alanina 1%	90	66,0	abcdefghi	29,5
<i>C. citratus</i> 5% + T + Sorbato K 1%	100	65,6	abcdefghi	29,9
<i>C. citratus</i> 5% + T + Alanina 1%	100	64,7	abcdefghi	30,8
Metabissulfito Na 1% + Glutamato Na 1%	100	64,6	abcdefghi	31,0
<i>C. citratus</i> 5% + T + Ácido bórico 1%	100	55,6	abcdefghij	40,6
Metabissulfito Na 1% +Alanina 1%	100	51,1	abcdefghijk	45,4
Sorbato K 1%	100	50,8	abcdefghijk	45,7
Carbonato Na 1% + Glutamato Na 1%	90	47,7	abcdefghijk	48,9
Sorbato K 1% + Glutamato Na 1%	90	46,5	abcdefghijk	50,2
Sorbato K 1% + Carbonato K 1%	100	44,8	abcdefghijk	52,1
Carbonato Na 1% + Alanina 1%	90	43,5	abcdefghijkl	53,5
Carbonato K 1%	90	43,0	abcdefghijkl	54,0
<i>C. citratus</i> 5% + T + Bicarbonato Na 3%	100	42,5	abcdefghijkl	54,5
Bicarbonato Na 3% + Sorbato K 1%	90	41,9	abcdefghijklm	55,2
Bicarbonato K 1%	80	41,3	abcdefghijklm	55,8
Bicarbonato Na 3% + Carbonato K 1%	70	40,7	abcdefghijklm	56,4
Bicarbonato Na 3% + Bicarbonato K 1%	80	35,2	bcdefghijklm	62,3
Bicarbonato Na 3% + Glutamato Na 1%	70	35,2	bcdefghijklm	62,3
Sorbato K 1% + Ácido bórico 1%	90	35,0	bcdefghijklm	62,5
<i>Cymbopogon citratus</i> 5% + T	80	31,0	cdefghijklm	66,8
Bicarbonato Na 3% + Alanina 1%	70	30,7	cdefghijklm	67,2
Carbonato Na 1% + Bicarbonato K 1%	80	29,6	defghijklm	68,3
Metabissulfito Na 1% + Ácido bórico 1%	80	28,1	efghijklm	70,0
Bicarbonato Na 3% + Carbonato Na 1%	70	26,6	efghijklmn	71,6
Carbonato Na 1% + Sorbato K 1%	60	23,0	fghijklmn	75,5
Metabissulfito Na 1%	90	21,6	ghijklmn	77,0
Carbonato Na 1% + Carbonato K 1%	60	20,9	hijklmn	77,6
Carbonato Na 1%	50	20,1	ijklmn	78,5
Bicarbonato Na 3% + Ácido bórico 1%	60	17,1	ijklmn	81,7
Ácido bórico 1%	50	11,5	klmn	87,7
Bicarbonato Na 3%	40	7,4	lmn	92,1
Carbonato Na 1% + Ácido bórico 1%	40	6,6	mn	93,0
Tiabendazole 0,15%	0	0,0	n	100,0
Testemunha sem inóculo (H ₂ O)	0	0,0	n	-

^x Dez frutos por tratamento; ^y S=(diâmetro médio da lesão/altura média de todos os frutos do ensaio)x100; Leitura após 5 dias de incubação a 25 °C±5 e 85-90% UR.

Misturas das soluções dos tratamentos foram realizadas na proporção de 1:1 (v/v). Para efeito de análise estatística, os dados foram transformados em arc sen da raiz quadrada de x /100.

* Médias seguidas de mesmas letras na coluna não diferem entre si, ao nível de significância de 5%, pelo teste de Tukey.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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**, St. Paul, v. 75, p. 1098-1100, 1991.

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. 1999, p. 121-130.

FRANCO, D.A.S., BETTIOL, W. Eficiência do método do flavedo para avaliar a germinação de conídios de *Penicillium digitatum*, agente causal do bolor verde dos frutos cítricos. **Summa**

Phytopathologica, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 265-268, 2000.

HORST, R.K., KAWAMOTO, S.O., PORTER, L.L. Effect of sodium bicarbonate and oils on the control of powdery mildew and black spot of roses. **Plant Disease**, St. Paul, v. 76, p. 247-251, 1992.

KAVANAGH, J.A., WOOD, R.K.S. Green mould of oranges caused by *Penicillium digitatum* Sacc.; effect of additives on spore germination and infection. **Annals of Applied Biology**, Wellesbourne, v. 67, p. 35-44, 1971.

SHOLBERG, P.L., GAUNCE, A.P. Fumigation of fruit with acetic acid to prevent postharvest decay. **Horticultural Science**, Stuttgart, v. 30, p. 1271-1275, 1995.

SMILANICK, J.L., DENIS-ARRUE, R. Control of green mold of lemons with *Pseudomonas* species. **Plant Disease**, St. Paul, v. 76, p. 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**, St. Paul, v. 81, p. 379-382, 1997.

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 comercial postharvest practices on their efficacy. **Plant Disease**, St. Paul, v. 83, p. 139-145, 1999.

SMILANICK, J.L., MICHAEL, I.F., MANSOUR, M.F., MACKEY, B.E., MARGOSAN, D.A., FLORES, D., WEIST, C.F. Improved control of green mold of citrus with imazalil in warm water compared with its use in wax. **Plant Disease**, St. Paul, v. 81, n. 11, p. 1299-1304, 1997.