

Comparação da eficiência entre produtos alternativos e fungicidas no controle de bolor verde em laranja

Alessandro Nicoli¹, Laércio Zambolim¹, Luana Aparecida Castilho Maro², Rafaela Carolina Constantino Roma¹, Henrique da Silva Silveira Duarte¹

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes produtos no controle de bolor verde em frutos de laranja (*Citrus sinensis*), destinado ao consumo “*in natura*”. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com seis tratamentos e quatro repetições. Os produtos utilizados foram: imazalil (2 mL.L⁻¹); tiabendazol (4 g.L⁻¹); bicarbonato de sódio (3%); ácido bórico (2%); controle positivo e controle negativo. No ensaio I, os frutos foram tratados com os produtos, feridos e inoculados com *Penicillium digitatum* no mesmo dia. No ensaio II, os frutos foram tratados e após três dias foram feridos e inoculados com *P. digitatum*. A incubação ocorreu em câmara à 25°C e 85-90% de UR. Oito dias após o tratamento, avaliou-se a incidência da doença e procedeu-se a análise estatística. Bicarbonato de sódio, ácido bórico e tiabendazol não foram eficientes no controle, apresentando incidência da doença acima de 70% no ensaio I, e acima de 90% no ensaio II, igualando-se ao controle positivo. O imazalil controlou 100% a doença nos dois ensaios. Dentre os produtos testados, o imazalil é eficiente no controle do bolor verde em frutos de laranja.

Palavras-chave: *Penicillium digitatum*, *Citrus sinensis*, pós-colheita.

Comparison of the efficiency among alternative products and fungicides to control green mold on oranges

Abstract – The objective of this work was to evaluate the effect of different products in the control of green mold on oranges (*Citrus sinensis*) destined for “*in natura*” consumption. The delineation used was entirely randomized with six treatments and four repetitions. The used products were: imazalil (2 mL.L⁻¹); thiabendazol (4 g.L⁻¹); sodium bicarbonate (3%); boric acid (2%); positive control and negative control. In assay I, the fruit was treated with the products, injured and inoculated with *Penicillium digitatum* all in the same day. In assay II, the fruits were treated and after three days they were injured and inoculated with *P. digitatum*. Incubation occurred in a chamber at 25°C at 85-90% (RU). Eight days after the treatment, the incidence of disease was evaluated and the statistical analysis carried out. Sodium bicarbonate, boric acid and thiabendazol were not efficient as a control, presenting an incidence of disease greater than 70% in assay I, and greater than 90% in assay II, being equal to the positive control. The imazalil control 100% of the disease in the two assays. Among the tested products, imazalil is efficient in controlling of the green mold on oranges.

Keywords: *Penicillium digitatum*, *Citrus sinensis*, postharvest.

INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se como o maior produtor mundial de laranja (*Citrus sinensis*), com aproximadamente 20 milhões de toneladas/ano (IBGE, 2009; FAO, 2009). No entanto, as podridões pós-colheita constituem-se em uma importante causa de danos em citros, e se expressam desde a fase de colheita até o consumo. Em condições favoráveis, as perdas podem atingir até 50% no período de comercialização dos frutos (Eckert, 1993).

O bolor verde [*Penicillium digitatum* (Pers.) Saccardo (1881)] é a principal doença pós-colheita dos frutos cítricos (Eckert & Eaks, 1989; Holmes & Eckert, 1999; Franco & Bettiol, 2002; Feichtenberger et al., 2005). Essa doença está presente em todos os países produtores de citros, e sua ocorrência está relacionada com as condições climáticas e a forma de manipulação dos frutos desde o pomar até o consumo (Laranjeira et al., 2002). O grande número de esporos presentes na superfície dos frutos são facilmente dispersos pelo ar, causando alta incidência da doença. Os esporos são abundantes nos pomares e “packing houses”, principalmente nos locais de viragem das caixas (Fischer et al., 2008). A penetração do fungo ocorre através de ferimentos, onde os nutrientes estão disponíveis e estimulam a germinação dos esporos depositados na superfície do fruto (Agrios,

Recebido e aceito

¹ Universidade Federal de Viçosa (UFV), Departamento de Fitopatologia, CEP 36570-000, Viçosa, MG. E-mail: agronicoli@yahoo.com.br

² Universidade Federal de Viçosa (UFV), Departamento de Fitotecnia, CEP 36570-000, Viçosa, MG. E-mail: luana_maro@yahoo.com.br

2005).

O patógeno causa uma podridão mole no fruto, o qual é coberto por micélio branco e com esporos, adquirindo uma coloração verde (Feichtenberger et al., 2005). No armazenamento a granel, os frutos sadios podem ser depreciados e permanecerem manchados com os esporos liberados pelos frutos doentes. Um único esporo de *P. digitatum* pode infectar um fruto e resultar na produção de 1 a 2 bilhões de esporos, após sete dias sob condições ambientais favoráveis à doença (Holmes & Eckert, 1995). Os frutos infectados possuem período de armazenamento reduzido devido à síntese de etileno, hormônio que acelera a maturação do fruto, diminuindo sua vida de prateleira (Laranjeira et al., 2002).

Uma das formas de controle dessa doença são as práticas culturais que visa reduzir o inóculo no campo, tais como: realizar a colheita e o manuseio dos frutos com maior cuidado, evitando ferimentos de qualquer natureza e não realizar a embalagem dos frutos em locais que esporos. O tratamento químico é o método mais utilizado no controle da doença, sendo recomendado no Brasil os fungicidas do grupo benzimidazol e imidazol (AGROFIT, 2009). Os benzimidazóis atuam na β -tubulina impedindo sua polimerização, causando problemas na divisão celular do fungo, e os fungicidas do grupo imidazol interferem na biossíntese de esteróis (FRAC, 2007). Os fungicidas do grupo benzimidazol são muito utilizados no Brasil, entretanto, possuem várias restrições, podendo selecionar isolados resistentes do patógeno quando usado continuamente (Franco & Bettiol, 2002).

A busca de novas alternativas de controle deve ser realizada visando à redução do uso de fungicidas. Segundo Franco & Bettiol (1999), alguns sais utilizados no processamento de alimentos apresentam propriedades antimicrobianas e podem ser usados no tratamento pós-colheita de frutos cítricos para o controle do bolor verde. Estudos com conservadores alimentares, aminoácidos, extratos e óleos de plantas também têm sido usados para o controle dessa doença. Vários produtos como o carbonato e bicarbonato de sódio, ácido bórico e sorbato de potássio apresentaram bons resultados no controle do bolor verde em citros (Franco & Bettiol, 2000). Homma et al. (1981), em estudo realizado com *Sphaerotheca fuliginea*, verificou que bicarbonato de sódio causa ruptura da parede celular dos conídios e também anomalias morfológicas dos esporos, inibindo também a formação de conidióforos.

O objetivo deste trabalho foi comparar o efeito entre fungicidas e produtos alternativos no controle do bolor verde em frutos de laranja em pós-colheita destinados ao consumo “*in natura*”.

O experimento foi conduzido no Setor de Fruticultura, do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, utilizando seis tratamentos e quatro repetições, com dez frutos em cada parcela. Os produtos utilizados foram: imazalil (2 mL.L^{-1}); tiabendazol (4 g.L^{-1}); bicarbonato de sódio (3%); ácido bórico (2%); controle positivo (inoculação) e controle negativo (sem inoculação). No ensaio I, os frutos receberam os tratamentos e a inoculação do patógeno em seguida. No ensaio II, os frutos foram inoculados três dias após o tratamento com os produtos.

Os ensaios foram realizados com frutos de laranja ‘Pêra Rio’ no estágio fisiológico maduro. Primeiramente, os frutos foram desinfestados em solução de hipoclorito de sódio a 2% durante três minutos. Em seguida, foram lavados em água e imersos na solução do devido tratamento durante dois minutos. Após esse processo, os frutos foram feridos com um tubo estéril, em dois pontos opostos na região equatorial, a uma profundidade de $\pm 2 \text{ mm}$. Após os ferimentos, os frutos foram inoculados por meio de uma suspensão de *P. digitatum* ($1,0 \times 10^7$ conídios.mL $^{-1}$) com o auxílio de um borrifador até o ponto de escorrimento. O fungo foi cultivado anteriormente em meio BDA (Batata Dextrose Ágar) durante sete dias. Após a inoculação, os frutos foram incubados em uma câmara a 25°C e 85-90% de umidade relativa. Transcorridos oito dias após os tratamentos, foram realizadas as avaliações da incidência da doença. Os valores de incidência foram submetidos primeiramente às pressuposições da ANOVA, onde foram verificados quanto à normalidade dos dados pelo teste de Lilliefors e homogeneidade de variância pelo teste de Bartlett, ambos ao nível de 5% de probabilidade. Posteriormente, foi realizada a análise de variância (ANOVA) e as

médias foram comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 1% de probabilidade utilizando-se o programa SAEG (SAEG, 2007).

Os frutos de laranja apresentaram incidência variada entre os tratamentos, tendo uma incidência média de 0% (imazalil) à 92,5% (bicarbonato de sódio) no ensaio I (Tabela 1). O tratamento com o uso de bicarbonato de sódio não diferiu estatisticamente do controle positivo e do tiabendazol. Os frutos tratados com ácido bórico apresentaram alta incidência (70%) da doença, não sendo eficiente para o controle. O produto imazalil obteve melhor efeito no controle da doença, apresentando 0% de incidência.

No ensaio II, os resultados foram semelhantes ao ensaio I com o tratamento imazalil resultando em 0% de incidência (Tabela 1). Os tratamentos com bicarbonato de sódio, tiabendazol e ácido bórico não diferiram do controle positivo.

Tabela 1. Incidência (%) de frutos com bolor verde (*Penicillium digitatum*), submetidos aos tratamentos com fungicidas e aos produtos alternativos.

Tratamentos	Ensaio I**		Ensaio II***	
Controle positivo	87,5*	ab	95*	a
Controle negativo	5	c	7,5	b
Tiabendazol	82,5	ab	100	a
Imazalil	0	c	0	b
Ácido bórico	70	b	97,5	a
Bicarbonato de Sódio	92,5	a	97,5	a
CV (%)	20		11	

*Médias de 4 repetições seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan ($P < 0,01$).

**Inoculação realizada no mesmo dia do tratamento.

***Inoculação realizada 3 dias após o tratamento.

Exceto o imazalil, todos os produtos foram estatisticamente iguais ao controle positivo, com alto valor de incidência da doença nos dois ensaios (Tabela 1). O controle negativo apresentou uma pequena incidência de doença, o que demonstra a necessidade de uma desinfestação mais rigorosa dos frutos. Nos tratamentos com ácido bórico e bicarbonato de sódio não foram observados resultados satisfatórios para o controle do bolor verde. Resultados semelhantes foram encontrados por Palou et al. (2001), que verificaram a ineficiência e ação inibitória pouco persistente de carbonato de sódio e bicarbonato de sódio na erradicação de esporos de *P. digitatum*, divergindo assim dos resultados encontrados por Franco & Bettiol (2000, 2002). De acordo com estes autores, tais produtos controlaram a incidência da doença em até 60%. No entanto, esse nível de controle não é desejável para o consumo *'in natura'*, pois mesmo em baixa ou média severidade, os frutos infectados tornam-se depreciados comercialmente, além de serem fontes de inóculo. Estes resultados demonstram a necessidade de estudos mais detalhados com esses produtos sobre tempo de imersão dos frutos, concentração, pH e temperatura da calda, dentre outros.

O tiabendazol não foi efetivo no controle da doença, sendo um resultado diferente de outros trabalhos encontrados na literatura. Esse fungicida promoveu o controle de 100% da doença, em trabalho realizado por Franco & Bettiol (2002). Entretanto, o uso desse produto pode selecionar alguns isolados resistentes do patógeno. Isolados de *P. digitatum* coletados em supermercados de Paris e Rotterdam foram resistentes ao tiabendazol (Bus et al., 1991). Esses foram coletados de

frutos deteriorados de mandarins (*C. reticulata*), laranjas (*C. sinensis*), limões (*C. limon*), e toranjas (*C. paradisi*). A resistência de *P. digitatum* ao tiabendazol também foi relatada na Califórnia, onde foi observado que isolados do fungo foram resistentes aos fungicidas tiabendazol, imazalil e o-phenylphenol. Entre os 326 isolados coletados, a resistência aumentou de 43% em 1988 para 77% em 1990 (Holmes & Eckert, 1999). Além disso, o sinergismo entre isolados suscetíveis e resistentes do patógeno dificulta o efeito dos produtos, como constatado com fungicida do grupo benzimidazol (Wild & Eckert, 1982).

No presente trabalho, foi possível observar que o imazalil foi o único produto com eficiência no controle do bolor verde em ambos os ensaios. Esse fungicida possui ação contra isolados que têm desenvolvido resistência a outros produtos registrados como o tiabendazol (Brown, 1989). Em trabalhos com objetivo de testar eficiência de produtos alternativos, o imazalil tem sido utilizado como fungicida padrão, controlando totalmente a doença (Franco & Bettioli, 2002). Resultados obtidos por Nascimento & Azevedo (2006) demonstraram redução acentuada no desenvolvimento de *P. digitatum* com a utilização de detergente neutro + imazalil e um controle de aproximadamente 100% ao utilizarem o produto Sporekill (cloreto de dodecil dimetil amônio) juntamente com o imazalil. No entanto, o fungicida imazalil pode ter seu efeito reduzido na presença de isolados que adquirem resistência, principalmente quando o produto for utilizado continuamente. Em trabalho com limão, o tratamento imazalil não controlou a esporulação do fungo em alguns frutos, confirmando o surgimento de isolados resistentes ao fungicida (Eckert et al., 1994). Sendo assim, é sempre importante utilizar produtos com diferentes modos de ação para evitar a resistência do patógeno.

De acordo com os resultados pode-se concluir que:

- 1) Os produtos alternativos utilizados e o fungicida tiabendazol não são eficientes para o controle do bolor verde;
- 2) O fungicida imazalil controla a doença em 100%, confirmando os resultados obtidos anteriormente em outros trabalhos.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo apoio financeiro. Ao professor Olinto Liparini Pereira (UFV) pelo fornecimento do fungo. Ao professor Luiz Carlos Chamhum Salomão (UFV) pelo local concedido para realização do experimento.

REFERÊNCIAS

- AGRIOS, G.N. **Plant Pathology**. 5ed. San Diego CA. Academic Press, 2005. 922p.
- AGROFIT - **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons Acesso em 29 de julho de 2009.
- BROWN, G.E. Baseline sensitivity of Florida isolates of *Penicillium digitatum* to imazalil. **Plant Disease**, v.73, p. 773-774, 1989.
- BUS, V. G; BONGERS, A. J; RISSE, L. A. Occurrence of *Penicillium digitatum* and *P. italicum* resistant to benomyl, thiabendazole, and imazalil on citrus fruit from different geographic origins. **Plant Disease**, v.75, n.11, p.1098-1100, 1991.
- ECKERT, J.W; EAKS, I.L. Postharvest disorders and diseases of citrus fruits. In: W.R.E.C.C.A.G.E. Carman. (Ed.). **The citrus industry**. Berkeley: University of California Press, v.4, 1989. p. 179-260.
- ECKERT, J.W. **Post-harvest diseases of citrus fruits**. Agriculture Outlook, v.54, p.225-232, 1993.
- ECKERT, J.W; SIEVERT, J.R; RATNAYAKE, M. Reduction of imazalil effectiveness against citrus green mold in California packinghouses by resistant biotypes of *Penicillium digitatum*. **Plant Disease**, v.78, p.971-974, 1994.

FAO. **Food and Agriculture Organization**. Disponível em: <http://faostat.fao.org>. Acesso em 29 de julho de 2009.

FEICHTENBERGER, E; BASSANEZI, R.B; SPÓSITO, M.B; BELASQUE, J. Doenças dos citros. In: KIMATI, H., AMORIN, L., REZENDE, J.A.M., BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (Eds.) **Manual de Fitopatologia**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda., 2005, v.2, p.239-271.

FISCHER, I.H; LOURENÇO, S.A; AMORIM, L. Doenças pós-colheita em citros e caracterização da população fúngica ambiental no mercado atacadista de São Paulo. **Tropical Plant Pathology**, v.33, n.3, p.219-226, 2008.

FRAC – Fungicide Resistance Action Committee – Frac Code List[©]: Fungicides sorted by mode of action, 2007. Disponível em: http://www.frac.info/frac/publication/ahang/FRAC_Code_List_2007_web.pdf Acesso: 23 de setembro de 2009.

FRANCO, D.A.S., BETTIOL, W. Controle do Bolor Verde em Pós-Colheita de Citros com Produtos Alternativos. In: AMBROSIANO, E. (Ed.) **Agricultura Ecológica**, Guaíba: Agropecuária. 1999, p.121-130.

FRANCO, D.A.S., BETTIOL, W. Controle de *Penicillium digitatum* em pós-colheita de citros com produtos alternativos. **Fitopatologia Brasileira**, v.25, n.4, p.602-606, 2000.

FRANCO, D.A.S; BETTIOL, V. Efeito de produtos alternativos para o controle do bolor verde (*Penicillium digitatum*) em pós-colheita de citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.2, p.569-572, 2002.

HOLMES, G. J; ECKERT, J. W. Relative fitness of Imazalil-resistant and – sensitive biotypes of *Penicillium digitatum*. **Plant Disease**, v.79, p. 1068-1073, 1995.

HOLMES, G. J; ECKERT, J. W. Sensitivity of *Penicillium digitatum* and *P. italicum* to postharvest citrus fungicides in California. **Phytopathology**, v.89, p.716-721, 1999.

HOMMA, Y.; ARIMOTO, Y; MISATO, T. Effect of Sodium Bicarbonate on Each growth stage of Cucumber Powdery Mildew Fungus (*Sphaerotheca fuliginea*) in its life cycle. **Journal Pesticide Science**, v.6, p.201-209, 1981.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística** Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_200811_5.shtm Acesso em 29 de julho de 2009.

LARANJEIRA, F.F; AMORIM, L; BERGAMIM, A.F; VILDOSO, C.I.A. Controle das doenças causadas por fungos e bactérias em citros. In: ZAMBOLIM, L; VALE, F.X.R; MONTEIRO, A.J.A; COSTA, H. (Eds.) **Controle de doenças de plantas Fruteiras**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2002. p.141-246.

NASCIMENTO, L.M.; AZEVEDO, F.A. Avaliação da eficiência da aplicação de diferentes doses de Sporekill em tangor murcott para o controle de *Penicillium digitatum*. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v.7, n.2, p.93-103, 2006.

PALOU, L.; SMILANICK, J.L.; USALL, J.; VIÑAS, I. Control of Postharvest Blue e Green Molds of Oranges by Hot Water, Sodium Carbonate, and Sodium Bicarbonate. **Plant Disease**, v.85, n.4, p.371-376, 2001.

SAEG – **Sistema para análises estatísticas**, versão 9.1. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, UFV. 2007. CD ROM.

WILD, B.L; ECKERT, J.W. Synergy between a benzimidazole-sensitive isolate and benzimidazole-resistant isolates of *Penicillium digitatum*. **Phytopathology**, v.72, p.1329-1332, 1982.