

EFICIÊNCIA DE CLORETO DE DODECIL DIMETIL AMÔNIO NO CONTROLE DE BOLOR VERDE EM LIMA ÁCIDA TAHITI

LENICE MAGALI DO NASCIMENTO¹,
EDUARDO JOSÉ DOS SANTOS² e PEDRO CÉSAR DOS SANTOS³

RESUMO

Nos últimos anos, no Brasil, evidencia-se a crescente demanda de frutos cítricos para consumo *in natura*. A pós-colheita, porém, vê-se limitada, principalmente, pelo ataque de patógenos, que depreciam o valor comercial dos frutos e causam importantes perdas econômicas. O presente trabalho avaliou a eficiência dos produtos cloreto de dodecil dimetil amônio (CDDA), CDDA mais imazalil, detergente neutro, detergente neutro mais imazalil e água (testemunha) para o controle de *Penicillium digitatum* em lima ácida Tahiti. Inocularam-se os frutos com *P. digitatum*, trataram-nos com diferentes diluições dos produtos e após, mantendo-os sob duas condições de armazenamento: em temperatura ambiente e sob refrigeração (10°C e 90% U.R.). Durante o período de armazenamento, mediram-se as lesões e determinou-se a porcentagem de frutos infectados. Paralelamente, foi conduzido um experimento utilizando-se frutos não inoculados, ou seja considerando-se a infecção natural oriunda do campo, imergindo-os durante dois minutos em soluções contendo os mesmos produtos e condições de armazenamento descritos. Nos frutos inoculados, observou-se maior eficiência no controle de *P. digitatum* nos tratados com CDDA nas concentrações de 120 e 180 mg.L⁻¹, nos tratados com CDDA (120 mg.L⁻¹) + imazalil (1.000 mg.L⁻¹) e detergente (50 mg.L⁻¹) + imazalil (1.000 mg.L⁻¹). Nos frutos sem inoculação do patógeno, onde se determinou a porcentagem de frutos infectados, obtiveram-se os melhores resultados com os tratamentos CDDA e detergente em combinação com imazalil.

Termos de indexação: Citrus, *Penicillium digitatum*, controle, pós-colheita.

¹ Pesquisador Científico V do Laboratório de Qualidade e Pós-colheita de Citros, do Centro de Citricultura Sylvio Moreira/IAC, Rod. Anhanguera, km 158, Caixa Postal 4, 13490-970, Cordeirópolis (SP). E-mail: lenice@centrodecitricultura.br

² Biólogo, estagiário do Laboratório de Qualidade e Pós-colheita do Centro de Citricultura Sylvio Moreira/IAC. E-mail: dusantos@gmail.com.

³ Professor da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Campus de Ilha Solteira.

SUMMARY

EFFICIENCY EVALUATION OF DIDECYLDIMETHYL AMMONIUM CHLORIDE FOR CONTROLLING GREEN MOLD ON TAHITI LIME

In the last few years, there is a growing demand in Brazil for citrus fruits for the fresh market. On another hand, the post harvest of citrus fruits is limited especially by the occurrence of pathogens, which reduce drastically the commercial quality of fruit and cause economical losses. The aim of this work was to evaluate the efficiency of the compounds didecyldimethyl ammonium chloride (DAC), DAC + imazalil, neutral detergent + imazalil and water (control) towards controlling of *Penicillium digitatum* on Tahiti lime fruits. Fruits were inoculated with *P. digitatum*, treated with various concentrations of the compounds and then kept under two storage conditions: room temperature or cold room at 10°C and 90% relative humidity. Daily, lesion development was monitored. In addition, fruits were subjected to a post-harvest treatment by means of immersion with the same previous procedure and during 2 minutes. In all post-harvest treatments with inoculation, the highest fungal control efficiency was found in fruits treated with 120 and 180 mg.L⁻¹DCA as well as in fruits in which the mixture imazalil + DCA was applied. The immersion strategy showed results in the same fashion.

Index terms: *Citrus*, *Penicillium digitatum*, control, postharvest.

1. INTRODUÇÃO

O Estado de São Paulo, maior produtor brasileiro de citros, participa com 26,4% da produção mundial, sendo a maioria destinada à produção de suco concentrado (AGRIANUAL, 2004). Uma parte menor dessa produção destina-se ao mercado de frutas frescas; entretanto, estudos disponíveis evidenciam a grande perda que ocorre antes que elas cheguem à mesa do consumidor.

As frutas, por serem produtos perecíveis, apresentam um tempo limitado para o consumo, no que se refere aos atributos de qualidade que possuem papel decisivo no grau de aceitabilidade pelo comprador. As características externas, as quais são percebidas pela visão e pelo toque, sem a ingestão do

produto, são importantes na sua diferenciação, principalmente na decisão da compra. As características internas, que podem ser identificadas mediante o sabor e o aroma, combinam com os demais atributos na aceitabilidade e na decisão de nova compra do produto (POZZAN, 1997).

As perdas pós-colheita podem ter causas diversas, dentre as quais se destacam as doenças (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Aquelas, ocasionadas por fungos ocorrem com maior frequência (BOOTH & BURDEN, 1986), sendo responsáveis por 80 a 90% do total de perdas causadas por fitopatógenos (GULLINO, 1994).

O bolor verde, a principal doença pós-colheita dos citros, é causada por *Penicillium digitatum* e disseminada em todos os países produtores (REUTHER et al., 1989). Sua ocorrência depende muito das condições climáticas e da forma de manipulação dos frutos, desde o pomar até chegar ao consumidor. O patógeno produz grande número de esporos nos tecidos superficiais afetados, levando a sua presença no ar, desde o pomar até mesmo nos centros de comercialização urbanos e a própria casa do consumidor (REUTHER et al., 1989). A infecção pode ocorrer durante a maturação do fruto, a colheita, o transporte, a embalagem, o armazenamento e a comercialização, e se desenvolve por meio de fermentos na casca do fruto.

A principal medida para o controle do bolor verde baseia-se na colheita e no manuseio cuidadoso dos frutos, na colheita e na pós-colheita, para evitar fermentos de qualquer natureza. O controle químico vem complementar, evitando a entrada do patógeno em pós-colheita. Assim, a melhoria dos processos durante a manipulação dos frutos, levando a um menor número de fermentos, conseqüentemente conduzirá a uma diminuição na incidência da doença (AGUSTI, 2000).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência de diferentes concentrações de cloreto de dodecil dimetil amônio (CDDA) e CDDA mais imazalil, comparando-os com o uso de detergente neutro durante a lavagem dos frutos, no controle de *Penicillium digitatum* em lima ácida Tahiti.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho, utilizaram-se frutos de lima ácida Tahiti, adquiridos em uma unidade de beneficiamento do município de Mogi Mirim, em março e abril de 2006. No laboratório, os frutos foram divididos em dois lotes: submeteu-se um deles à inoculação de *Penicillium digitatum* e, o outro, somente aos diferentes tratamentos, por imersão, mas sem inoculação do patógeno, considerando-se a infecção natural oriunda do campo. Utilizaram-se 45 frutos divididos em três repetições de 15 frutos cada uma para os frutos inoculados e, para os não inoculados, empregaram-se 30 frutos para cada repetição, totalizando-se 90 frutos por tratamento.

Para a inoculação, efetuaram-se duas perfurações de 2 mm de profundidade nas regiões medianas e opostas, onde se depositaram 2 μL de suspensão de conídios de *Penicillium digitatum* (104 conídios. mL^{-1}). Após a secagem durante uma hora, submetiram-se os frutos aos tratamentos mediante deposição, nas mesmas perfurações, de 2 μL dos seguintes produtos: CDDA (120, 180 e 240 mg.L^{-1} de ingrediente ativo), detergente neutro (50 mg.L^{-1}), CDDA (120 mg.L^{-1} de i.a.) + imazalil (1.000 mg.L^{-1} de i.a.) e detergente neutro (50 mg.L^{-1}) + imazalil (1.000 mg.L^{-1} de i.a.). Após os tratamentos, os frutos foram subdivididos em dois lotes, acondicionados em caixas plásticas e armazenados sob refrigeração (10°C e 90% U.R.) e em condições de temperatura e umidade ambiente (em torno de 25°C e 60% U.R.). Considerando o início do desenvolvimento do bolor verde, efetuaram-se medições diárias do desenvolvimento das lesões nos frutos previamente inoculados, por meio de paquímetro digital.

Trataram-se os frutos não inoculados pela imersão, por 2min, nas soluções dos produtos, nas mesmas concentrações do experimento onde os frutos foram inoculados. Após a imersão, dividiram-nos em dois lotes e armazenaram-nos sob refrigeração (10°C e 90% U.R.) e em condições ambientes. Semanalmente, avaliou-se o aparecimento de lesões, pela retirada e contagem dos frutos que se apresentavam infectados.

As médias dos resultados obtidos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%, por meio do programa Statgraphics.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A forma de controlar as principais doenças de pós-colheita de citros tem sido mediante o emprego de fungicidas, por sua fácil aplicação, seu preço e sua efetividade. Entretanto, seu uso prolongado e, muitas vezes, descontrolado, tem gerado uma série de problemas, tais como o aparecimento de patógenos resistentes à ação dos fungicidas e a presença de resíduos na superfície da fruta, além da contaminação ambiental. Com isso, surgem pesquisas direcionadas para a busca de novas opções de produtos efetivos e que, ao mesmo tempo, sejam empregados de forma respeitosa ao meio ambiente.

Avaliando-se os frutos mantidos sob condições ambientes (Tabela 1), verifica-se que os frutos tratados com água (testemunha) e detergente neutro diferiram de todos os demais tratamentos ($p < 0,05$), apresentando maior incidência de *Penicillium digitatum*, no último dia de avaliação. Como era de esperar, ao se acrescentar o fungicida imazalil nas concentrações de 120 e 180 mg, houve uma redução acentuada no desenvolvimento do patógeno. Resultados bastante satisfatórios no controle do fungo e que não diferiram estatisticamente dos tratamentos com CDDA nas concentrações acima especificadas, também se obtiveram com o tratamento detergente + imazalil. Nas condições ambientais testadas, obteve-se o melhor controle com o tratamento onde se utilizou a associação entre CDDA e imazalil.

Para os frutos mantidos sob refrigeração (10°C e 90% U.R.), verificou-se que o maior desenvolvimento do bolor verde também ocorreu na testemunha (frutos tratados com água) e no tratamento com detergente, no último dia de avaliação (Tabela 1). Tal como se observou no experimento em condições ambientais, os tratamentos com CDDA nas concentrações de 120 e 180 mg.L⁻¹ mostram-se eficientes no controle do patógeno, quanto à testemunha e ao tratamento com detergente neutro. Nesta condição de armazenamento, porém, embora o tratamento com CDDA + imazalil mostrasse um bom controle, foi estatisticamente inferior ao que recebeu detergente + imazalil. É interessante observar que, em ambas as condições de armazenamento, o tratamento CDDA na concentração de 240 mg.L⁻¹ mostrou-se deficitário no controle do fungo.

Na Tabela 2 estão os resultados, expressos em percentual de frutos com bolor verde, obtidos no decorrer do período de avaliação (aproximadamente 30 dias) em frutos não inoculados com o patógeno. Os tratamentos testemunha, detergente neutro e a menor dose de CDDA (120 mg.L⁻¹ i.a) mantidos sob condição ambiente, foram os mais suscetíveis ao ataque de *Penicillium digitatum*. Os tratamentos com CDDA mais imazalil e detergente + imazalil apresentaram menor porcentagem de frutos contaminados. Entre-

Tabela 1. Severidade (cm) do bolor verde em lima ácida Tahiti¹, inoculada com *Penicillium digitatum* tratada com diferentes produtos, e armazenada sob condição ambiente e refrigeração (10°C e 90% U.R.)

Tratamentos	Diâmetro da lesão (cm)				
	1ª dia	2ª dia	3ª dia	4ª dia	5ª dia
Meio ambiente					
CDDA 120 mg ²	1,52 b	2,57 b	3,66 b	3,71 b	3,81 b
CDDA 180 mg	1,11 b	1,85 b	3,83 b	4,34 b	4,78 b
CDDA 240 mg	2,90 cd	5,89 c	7,22 c	7,30 c	7,4 b
CDDA (120 mg) + imazalil (1.000 mg)	0,00 a	0,40 a	0,25 a	0,25 a	0,25 a
Detergente (50 mL) + imazalil (1.000 mg)	1,96 b c	3,18 b	4,25 b	4,25 b	4,32 b
Detergente 50 mL	5,38 e	7,64 d	8,06 c	8,06 c	8,22 c
Testemunha	3,80 d	6,13 c	7,14 c	7,74 c	8,0 c
10 °C e 90% U.R.					
CDDA 120 mg	0,02 a	0,16 ab	0,65 a	2,28 b	3,47 b
CDDA 180 mg	0,01 a	0,18 ab	0,52 a	1,81 ab	2,70 b
CDDA 240 mg	0,14 a	0,82 bc	2,25 b	6,00 c	8,33 c
CDDA (120 mg) + imazalil (1.000 mg)	0,02 a	0,23 a b	0,78 a	2,47 b	3,66 b
Detergente (50 mL) + imazalil (1.000 mg)	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,06 a	0,07 a
Detergente 50 mL	2,19 b	4,90 d	7,08 c	10,0 d	11,3 d
Testemunha	0,14 a	1,11 c	2,62 b	7,11 c	9,36 d

¹ Média de três experimentos de 15 frutos cada um.

Valores seguidos pela mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.

tanto, quando se avaliaram os frutos mantidos sob refrigeração, verificou-se que a dose de 180 mg.L⁻¹ de CDDA foi suficiente para controlar o patógeno, fato também constatado quando se adicionou o fungicida imazalil ao CDDA e ao detergente.

De acordo com NASCIMENTO et al. (2006), trabalhando com o cloreto de dodecil dimetil amônio em tangor Murcott, o uso desse produto na dose de 240 mg.L⁻¹ é altamente eficaz no controle do desenvolvimento de *Penicillium digitatum*. Se somado ao imazalil o controle é de aproximadamente 100%. Nas condições aqui testadas, todavia, a concentração

Tabela 2. Incidência (%) de frutos com bolor verde, causado por *Penicillium digitatum*, em lima ácida Tahiti ¹ não inoculada e tratada com diferentes produtos e armazenada sob condição ambiente e refrigeração (10°C e 90% U.R.).

Tratamentos	Número de frutos contaminados				
	1 ^o dia	6 ^o dia	15 ^o dia	20 ^o dia	% fr cont ³
Meio ambiente					
CDDA 120 mg ²	4	0	3	4	12,22
CDDA 180 mg	3	2	2	2	10,00
CDDA 240 mg	2	3	0	2	7,78
CDDA (120 mg ²) + imazalil (1.000 mg)	0	1	2	0	3,33
Detergente (50 mL) + imazalil (1.000 mg)	1	3	4	0	8,89
Detergente 50 mL	5	3	4	2	15,56
Testemunha	4	2	2	3	12,22
10°C e 90% U.R.					
CDDA 120 mg	0	8	2	0	13,33
CDDA 180 mg	0	5	0	0	6,66
CDDA 240 mg	0	9	2	0	14,66
CDDA (120 mg ²) + imazalil (1.000 mg)	0	3	3	0	8,00
Detergente (50 mL) + imazalil (1.000 mg)	0	3	1	0	5,33
Detergente 50 mL	0	4	3	0	9,33
Testemunha	0	4	1	0	6,66

¹ Média de três experimentos de 30 frutos cada um.

² mg.L⁻¹ de ingrediente ativo.

³ Porcentagem de frutos contaminados.

de 240 mg.L⁻¹ do CDDA não foi eficaz no controle do bolor verde, levando em consideração tanto o tamanho da lesão como a porcentagem de frutos infectados.

4. CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos nos experimentos com ou sem inoculação de *Penicillium digitatum*, em ambas as condições de armazenamento, pode-se concluir que o produto cloreto de dodecil dimetil amônio (CDDA), na dosagem de 180 mg.L⁻¹ de i.a. apresenta-se eficaz no controle do bolor verde em lima ácida Tahiti. Se somado com imazalil, o controle torna-se mais eficiente.

Por esses resultados, sugere-se o uso do sanitizante CDDA durante o processamento de lima ácida Tahiti nas unidades de beneficiamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUSTI, M. **Citricultura**. Madri: Ediciones Mundi – Prensa, 2000. 416 p.
- AGRIANUAL. Anuário da Agricultura Brasileira. FNP Consultoria & Comércio. São Paulo, 2004. 497p.
- BOOTH, R.H. & BURDEN, O.J. Perdas de postcosecha. In: The Commonwealth Mycological Institute (Eds.). **Manual para patologos vegetales**. Kew. CAB/FAO, 1986. p162-179,
- CHITARRA, M.I.F. & CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 783p.
- GULLINO, M.L. Lotta biologica a funghi agenti di marciumi della frutta in post-raccolta. **Informatore Fitopatolico**, v.4, p.5-13, 1994.
- NASCIMENTO, L. M.; AZEVEDO, F. A. & LEONEZI, A. L. Avaliação da eficiência da aplicação de diferentes doses de Sporekill em Tangor Murcott para o controle de *Penicillium digitatum*. **Revista Iberoamericana de Tecnologia Postcosecha**, Ciudad de México, v.7, n.2, p.93-103, 2006.
- POZZAN, M. A. Comportamento e tratamentos de frutos cítricos em pós-colheita. **Revista Laranja**, Cordeirópolis, v.18, n.1, p.189-204, 1997.
- REUTHER, W.; CALAVAN, E. C. & CARMAN, G. E. **The citrus industry**. Riverside, University of Califórnia, 1989. 374p.