



Revista Ciência Agronômica

ISSN: 0045-6888

ccarev@ufc.br

Universidade Federal do Ceará
Brasil

Silva e Silva, Matheus; Queiroz Carvalho, Francisco Conrado; Rodrigues da Silva, Jéssica; Rodrigues de Oliveira Lins, Severina; Alves de Oliveira, Sônia Maria

Uso de antagonistas e produtos alternativos no manejo pós-colheita de podridão mole em pimentão

Revista Ciência Agronômica, vol. 45, núm. 4, octubre-diciembre, 2014, pp. 718-725

Universidade Federal do Ceará
Ceará, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=195331351009>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Uso de antagonistas e produtos alternativos no manejo pós-colheita de podridão mole em pimentão¹

Use of antagonists and alternative products to manage post-harvest soft rot in pepper

Matheus Silva e Silva², Francisco Conrado Queiroz Carvalho², Jéssica Rodrigues da Silva², Severina Rodrigues de Oliveira Lins² e Sônia Maria Alves de Oliveira^{3*}

RESUMO - Visando o controle da podridão mole causada por *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* (*Pcc*) em pimentão, foram avaliados 10 tratamentos: *Bacillus* spp.: isolado C116 (*B. pumilus*); Leveduras: isolados Lma (*Rhodotorula aurantiaca*) e Lms (*R. glutinis*); Fosfato de potássio e cálcio; Fontes de cálcio: CaCl₂, Ca(CO₃)₂ e Ca(SO₄)₂; fungicida/bactericida orgânico Antica®; antibiótico Kasumin®. Após a determinação da concentração dos antagonistas e produtos alternativos pelo teste do antibiograma, foi realizado o teste *in vivo*, pela inoculação do patógeno, seis horas após os tratamentos com os antagonistas e produtos alternativos. Foram determinados o Período de Incubação (PI), Severidade da doença (SEV), Redução da severidade da doença (RSD%) e Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Todos os tratamentos testados apresentaram maiores valores de PI e RSD% e menores valores de SEV e AACPD quando comparados à testemunha. Fosfato de cálcio, C116, Lms, Lma e fosfato de potássio foram significativamente superiores quando comparados como demais tratamentos. *Pcc* foi resistente ao Kasumin®, possuindo SEV e AACPD que não diferiram significativamente da testemunha.

Palavras-chave: *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*. Controle biológico. Controle alternativo. Fitopatologia.

ABSTRACT - For the control of soft rot caused by *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* (*Pcc*) in chili, 10 treatments were evaluated: *Bacillus* spp.: isolated C116 (*B. pumilus*); Yeasts: isolated Lma (*Rhodotorula aurantiaca*) and Lms (*R. glutinis*); Potassium phosphite and calcium, calcium sources: CaCl₂, Ca (CO₃)₂ and Ca (SO₄)₂; fungicidal/bactericidal organic Antica ®; Kasumin ® antibiotic. After determining the concentration of the antagonist and alternative products by antibiogram testing, testing was performed *in vivo* by pathogen inoculation, six hours after treatment with antagonists and alternative products. We determined the Incubation Period (PI), severity of illness (SEV), reduction of disease severity (RSD%) and area under the disease progress curve (AUDPC). All treatments showed higher PI and RSD% and lower values of SEV and AUDPC compared to the control. Calcium phosphite, C116, Lms, Lma and potassium phosphite were significantly higher when compared to other treatments. *Pcc* was resistant Kasumin ®, possessing SEV and AUDPC did not differ significantly from control.

Key words: *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*. Biological control. Alternative control. Phytopathology.

*Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 14/11/2013; aprovado em 18/06/2014

Pesquisa realizada pelo autores na Universidade Federal Rural de Pernambuco

²Departamento de Agronomia, Área de Fitossanidade, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, Brasil, matheus.silvaesilva@gmail.com, conradoqueiroz@hotmail.com, agronomajessica@gmail.com, linsnina@hotmail.com

³Departamento de Agronomia, Área de Fitossanidade, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife-PE, Brasil, 52.171-900, s.oliveira@depa.ufrpe.br

INTRODUÇÃO

O pimentão, *Capsicum annuum* L. (Solanaceae), é uma hortaliça de grande importância socioeconômica para o Brasil. Constitui uma excelente alternativa de produção para as áreas irrigadas e de sequeiro do semiárido nordestino, pois é de fácil adaptação às diversas condições edafoclimáticas (LORENTZ *et al.*, 2002). No entanto, os frutos estão sujeitos a problemas fitossanitários que afetam a qualidade e causam grandes perdas na pós-colheita.

A podridão mole, causada pela bactéria *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* - *Pcc* (Jones) Hauben *et al.* (sin. *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*) (JABUONSKI; TAKATSU; REIFSCHNEIDER, 1986), é muito comum no Brasil, seja no campo ou na fase de pós-colheita, sendo um fator limitante para o cultivo de olerícolas, como o pimentão.

O manejo da podridão mole é muito difícil, uma vez que *Pcc* tem a capacidade de adaptação a uma larga faixa de temperatura que a mantém viável por longos períodos, sobrevivendo na água, no solo, em restos culturais infectados e na rizosfera/filosfera de plantas cultivadas ou invasoras (DE BOER; KELMAN, 2001; PÉROMBELON; VAN DER WOLF, 2002).

O uso de fungicidas em pós-colheita vem sofrendo uma série de restrições, que recaem principalmente sobre o seu efeito residual, que pode restringir a exportação dos frutos e a sua comercialização. Dessa forma, métodos alternativos de manejo na pós-colheita vêm sendo pesquisados em diversas culturas, destacando-se a utilização de fosfitos, fontes de cálcio, bem como o uso de leveduras e bactérias antagonistas (GOMES; SILVEIRA; MARIANO, 2005).

A ação dos fosfitos foi relatada inúmeras vezes contra diferentes patógenos das mais variadas plantas cultivadas (DIANESE; BLUM, 2010). Esses compostos não são fitotóxicos e possuem elevada atividade fungicida, podendo atuar diretamente inibindo o desenvolvimento dos fungos e, também, indiretamente ativando o sistema de defesa da planta hospedeira.

Redução de desordens fisiológicas, atraso na senescência e inibição de podridões na pós-colheita são alguns benefícios atribuídos à aplicação de sais de cálcio, devido a habilidade deste íon em se ligar às pectinas da parede celular, o que dificulta a degradação da mesma através de enzimas pectinolíticas produzidas por patógenos, como é o caso de *Pcc* (GOMES; SILVEIRA; MARIANO, 2005).

A utilização de leveduras e bactérias antagonistas no manejo de podridões em pós-colheita tem sido estudada por vários pesquisadores (BAZ *et al.*, 2012; GOMES; SILVEIRA; MARIANO, 2005), existindo os produtos comerciais Aspire® e Bio-save 110®, à base de *Candida oleophila* I-182 e *Pseudomonas syringae*, respectivamente,

para o manejo de diversas doenças fúngicas em diferentes culturas (SENHOR *et al.*, 2009).

Considerando a carência de pesquisas com uso de fosfitos para o controle de bactérias fitopatogênicas, bem como a importância econômica da podridão mole e visando reduzir as perdas pós-colheita em pimentão, o objetivo para desenvolver este trabalho foi avaliar o efeito de antagonistas e produtos alternativos no manejo da infecção causada por *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*.

MATERIAL E MÉTODOS

O isolado de *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* (*Pcc-19*) foi obtido da Coleção de Culturas do Laboratório de Fitobacteriologia, do Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, sendo provenientes de frutos de pimentão com infecção natural, estando preservado em água destilada esterilizada (ADE).

O teste de patogenicidade foi realizado introduzindo-se a ponta de um palito esterilizado, após tocar em uma colônia de *Pcc*, em pimentões sadios. Os frutos foram mantidos em câmara úmida (umidade relativa de $92 \pm 4\%$) por 48 horas, até o aparecimento dos sintomas típicos da doença, procedendo-se ao reisolamento do patógeno.

Para o manejo da podridão mole, foram avaliados 10 tratamentos. Dentre eles: *Bacillus* spp.: isolado C116 (*B. pumilus*), nas concentrações de 3,87; 5,87; 7,87; 9,87 $\times 10^{10}$ UFC/mL; Leveduras: isolados Lma (*Rhodotorula aurantiaca*) e Lms (*R. glutinis*), nas concentrações de 3,87; 5,87; 7,87; 9,87 $\times 10^{10}$ UFC/mL; Compostos de fosfitos: Fosfato de potássio - 58% P_2O_5 + 38% K_2O e Fosfato de cálcio - 64% P_2O_5 + 18% Ca, nas concentrações de 2; 4; 6; 8% (p/v); Fontes de cálcio: cloreto de cálcio ($CaCl_2$), carbonato de cálcio [$Ca(CO_3)_2$] e nitrato de cálcio [$Ca(SO_4)_2$], nas concentrações de 1; 2; 4; 6% (p/v); fungicida/bactericida orgânico Antica® - 10 g/kg ácido lático + ácido alpha hidroxy, nas concentrações de 10; 15; 20; 25% (p/v); antibiótico Kasumin® - Casugamicina 20 g/L, nas concentrações de 150, 200, 240 e 300 mL/100L de H_2O , além da testemunha, com a utilização de ADE.

Para testar a sensibilidade de *Pcc-19* a diferentes antagonistas e produtos alternativos em condições *in vitro*, realizou-se o teste de antibiograma (MARIANO *et al.*, 2005).

O isolado *Pcc-19* foi cultivado em meio Caseína ácido hidrolizada-peptona-glicose (CPG) por 24 - 48 horas a uma temperatura de 25 ± 2 °C. Após este período, ADE foi adicionada a placa de Petri contendo o crescimento bacteriano e a concentração da suspensão foi ajustada em fotocolorímetro (Analyser®) a 570 nm de absorbância, onde

$A_{570} = 0,36$ equivale a 1×10^9 UFC/mL. As placas foram incubadas a uma temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$. As leituras foram realizadas após 48 horas, medindo-se os halos de inibição. Para definição da melhor concentração foi realizada análise de regressão, representando os 10 tratamentos em quatro diferentes concentrações, mais a testemunha. Foram utilizados cinco repetições por tratamento, sendo a unidade experimental constituída por quatro placas.

Para a avaliação *in vivo* os frutos de pimentão foram lavados em água corrente com sabão, imersos em solução de hipoclorito de sódio 0,7% por 2 minutos, lavados três vezes com ADE e colocados em prateleiras para retirar o excesso de umidade sob temperatura ambiente ($25 \pm 2^\circ\text{C}$). Em seguida, os frutos foram pulverizados com os 10 tratamentos nas concentrações pré-definidas nos testes *in vitro*. Após seis horas foram marcados dois círculos na superfície dos frutos, um em cada extremidade, e efetuados dois ferimentos (2 mm de profundidade) equidistantes em cada área, com o auxílio de um alfinete entomológico. Sob os ferimentos foi depositado 10 µl da suspensão de *Pcc-19* (1×10^9 UFC/ml) contendo espalhante adesivo Tween 80 (0,05%). Os frutos foram incubados em câmara úmida (umidade relativa de $92 \pm 4\%$) segundo a metodologia de Melo *et al.* (1995), e mantidos em temperatura ambiente ($25 \pm 2^\circ\text{C}$). As avaliações foram realizadas a cada seis horas após a inoculação inicial, sendo a última realizada 48 horas após inoculação.

Foram medidos os diâmetros das lesões em sentidos diametralmente opostos, para se determinar os seguintes componentes epidemiológicos: a) Período de incubação da doença (PI), que corresponde ao período entre a inoculação e o início dos sintomas, em horas; b) Severidade da doença (SEV), obtida pelo comprimento da lesão em sentidos diametralmente opostos; c) Redução da severidade da doença (RSD%) em relação à testemunha, pela fórmula $RSD\% = [(DLT - DLTr)/DLT] \times 100$, onde DLT = diâmetro da lesão na testemunha, DLTr = diâmetro da lesão no tratamento; d) Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), calculada pela expressão: $AACPD = \sum (y_i + y_{i+1})/2 \cdot dti$, onde y_i e y_{i+1} são os valores de severidade observados em duas avaliações consecutivas e dti o intervalo entre as avaliações.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 10 tratamentos, mais a testemunha, que não recebeu nenhum tratamento de pós-colheita. Foram utilizados oito repetições por tratamento, sendo a unidade experimental constituída por dois furos em cada fruto.

Os dados obtidos foram analisados quanto aos pressupostos da análise de variância (ANOVA) e submetidos a testes de comparação de média (Tukey) ao nível de 5% de probabilidade ou de regressão

polinomial, com o auxílio do programa STATISTIX® (versão 9.0, Analytical Software, Tallahassee).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

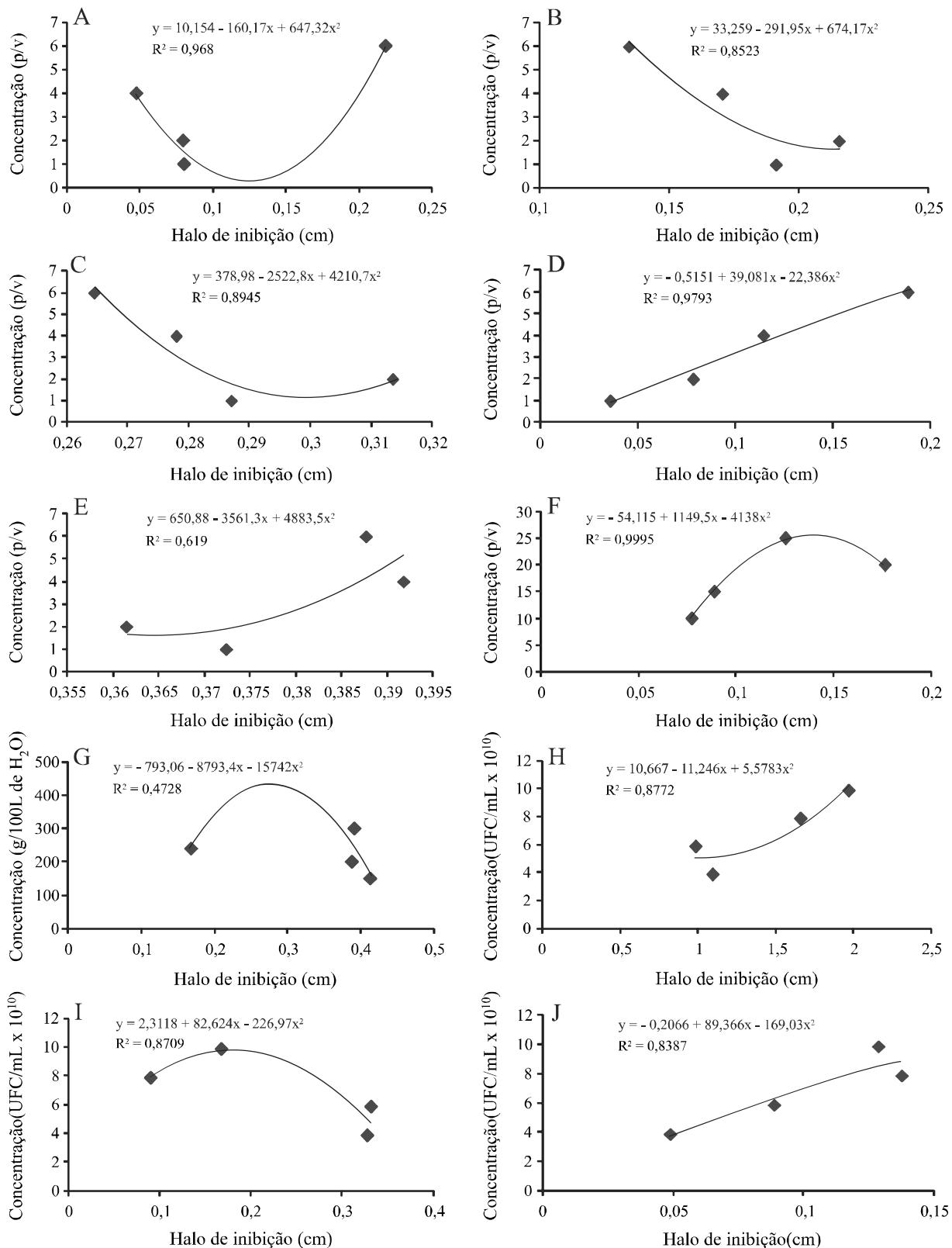
O teste de patogenicidade foi realizado com sucesso, ao reproduzir os sintomas de podridão mole quando inoculada em pimentão sadio com o auxílio do palito de dente esterilizado, demonstrado que o isolado de *Pcc-19* ainda era patogênico.

Com relação à determinação das concentrações, a análise de regressão de todos os produtos testados melhor se adequou ao formato polinomial (Figura 1), onde foram obtidos os maiores valores do coeficiente de determinação (R^2).

Com isso, as dosagens foram definidas para o teste *in vivo* com relação ao halo de inibição do crescimento bacteriano para cada produto testado sendo escolhida, sempre, a concentração que se obteve o maior nível de inibição (Figura 1). Foram escolhidas as seguintes concentrações para cada tratamento testado: *B. pumilus* isolado C116 - $9,87 \times 10^{10}$ UFC/mL (Figura 1H); Leveduras biocontroladoras, isolado Lma - $5,87 \times 10^{10}$ UFC/mL (Figura 1I) e isolado Lms - $7,87 \times 10^{10}$ UFC/mL (Figura 1J); Fosfato de potássio - 8% (p/v) (Figura 1A); Fosfato de cálcio - 4% (p/v) (Figura 1B); Cloreto de cálcio - 4% (p/v) (Figura 1C); Carbonato de cálcio - 8% (p/v) (Figura 1D); Nitrato de cálcio - 6% (p/v) (Figura 1E); Antica® - 20% (p/v) (Figura 1F); Kasumin® - 150 mL/100L de H₂O (Figura 1G). O isolado *Pcc-19* apresentou sensibilidade a todos os produtos testados, com exceção do antibiótico Kasumin®, onde, nesse caso, o isolado de *Pcc* se mostrou resistente. O mesmo ocorreu em trabalhos realizados por Gama *et al.* (2011) ao realizar teste de sensibilidade *in vitro* com a bactéria *Acidovorax citrulli* utilizando o Kasumin® como tratamento controle.

No teste *in vivo*, dentre os tratamentos alternativos avaliados, o que demonstrou os maiores valores de PI e RSD% e os menores valores de SEV e AACPD foi o Fosfato de cálcio, demonstrando ser o melhor produto no manejo pós-colheita da podridão mole em pimentão no presente ensaio. Pelo fosfato de potássio também se obteve valores que diferiram estatisticamente e superaram a testemunha ($P \leq 0,05$) em todas as variáveis analisadas. O efeito dos fosfatos no manejo de doenças pós-colheita já foi citado por outros autores. Brackmann *et al.* (2004) verificaram que frutos tratados com fosfato K + CaCl₂ foram tão eficientes quanto o fungicida padrão Iprodione, tanto em relação a incidência de podridão quanto ao diâmetro médio das lesões. Blum *et al.* (2007) relataram que maçãs 'Fuji' e 'Gala' imersas em água com fosfato Ca/B (1,50 ml/L), fosfato K (0,50 - 1,50 ml/L) ou benomil (150 ppm) foram

Figura 1 - Influência da concentração de produtos alternativos e microrganismos antagonistas na formação do halo de inibição de *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*. Produtos alternativos (A-G): Figura 1A. Fosfato de potássio, Figura 1B. Fosfato de cálcio, Figura 1C. Cloreto de cálcio, Figura 1D. Carbonato de cálcio, Figura 1E. Nitrato de cálcio, Figura 1F. Antica® e Figura 1G. Kasumin®. Microrganismos antagonistas (H-J): Figura 1H. *Bacillus pumilus* - C116, Figura 1I. *Rhodotorula aurantiaca* - Lma e Figura 1J. *R. glutinis* - Lms



menos afetados pelo mofo-azul (*Penicillium expansum*), enquanto que Brackmann *et al.* (2004) notaram que em relação ao diâmetro das lesões, os frutos tratados com fosfato Ca + B (300 mL/100L) apresentaram lesões maiores que os demais, demonstrando que este tratamento não foi eficiente no controle do desenvolvimento de podridões pós-colheita em maçãs 'Fuji'. Em outros trabalhos, Lins *et al.* (2011) também testou produtos alternativos no controle da podridão peduncular em manga 'Tommy Atkins', inoculada com *Lasiodiplodia theobromae*, dentre eles o Cloreto de cálcio e o Fosfato de potássio, nas dosagens de 0,13 mmol e 50 mmol, respectivamente, e estes foram mais eficientes no controle alternativo da podridão. No entanto, os produtos a base de cálcio e potássio (fosfitos) não apresentaram nenhuma eficiência contra as podridões avaliadas no trabalho.

Brackmann *et al.* (2005), os fosfitos apresentam variabilidade considerável em relação à eficiência e persistência entre as mais diversas espécies de plantas, tecido do fruto, patógeno, época e frequência de aplicação. De acordo com os autores essa variabilidade pode estar relacionada com o fato de que no presente trabalho o Fosfato de cálcio tenha sido mais eficiente do que o Fosfato de potássio. Existem poucos trabalhos sobre como o fosfato atua sobre as bactérias, mas de acordo com Ribeiro Junior *et al.* (2006) o fosfato também possui ação contra as doenças bacterianas.

É pouco conhecido o efeito dos fosfitos sobre as várias fases do ciclo de vida de outros patógenos (BRACKMANN *et al.*, 2005). Vários trabalhos demonstram que o fosfato atua diretamente sobre o fungo (WILKINSON; SHEANER; JACKSON, 2001). Outros, no entanto, atribuem sua eficiência a um efeito indireto por meio da ativação dos mecanismos de defesa da planta (JACKSON, 2000). Neste caso, a aplicação do fosfato estimularia a produção de fitoalexinas, produzidas pelas plantas quando estas são infectadas por algum patógeno (DANIEL; GUEST, 2006) e podem atuar também reduzindo o crescimento micelial, a formação de esporângios e a liberação de zoósporos.

Dentre os tratamentos baseados no uso de antagonistas (Tabela 1), a bactéria C116 (*Bacillus pumilus*) e a levedura Lms (*Rhodotorula glutinis*) também revelaram resultados satisfatórios com relação ao controle da podridão mole do pimentão e os mesmos não diferiram significativamente do tratamento onde foi utilizado o Fosfato de cálcio, indicando serem possíveis alternativas no manejo pós-colheita dessa doença. O isolado de levedura Lma (*R. aurantiaca*) apesar de não ter tido um desempenho tão satisfatório quanto aos isolados anteriormente citados, diferiu significativamente da testemunha ($P \leq 0,05$) em todas as variáveis epidemiológicas analisadas, demonstrando potencial de uso nesse patossistema.

Bactérias do gênero *Bacillus* levam vantagem no controle biológico de doenças por formarem endósporos que favorecem sua sobrevivência, facilitando a manipulação, formulação, bem como suportar relativamente longos períodos de armazenamento mantendo sua eficiência (WARRIOR; KONDURU; VASUDEVAN, 2002), sendo sua utilização, portanto, uma alternativa na redução de podridões em pós-colheita de diversas culturas. Antoniolli *et al.* (2011) verificaram que o uso de *B. amyloliquefaciens* reduziu significativamente as podridões causadas por *Botrytis* e *Rhizopus* em framboesa, sem interferir nas suas características físico-químicas; Warrior, Konduru e Vasudevan (2002) demonstraram que isolados *B. subtilis* (PPCB001) e *B. amyloliquefaciens* (PPCB004) associados às embalagens de atmosfera modificada reduziram a incidência de *Penicillium crustosum* em fruto de laranja 'Valencia'; Ongena *et al.* (2005) relataram que isolado de *B. subtilis* (M4) reduziu a população de *Botrytis cinerea* em maçã em mais de 70% em até 15 dias após a inoculação, em tratamento 24 horas antes da inoculação com o patógeno. Segundo Leelasuphakul, Hemmanee e Chuencitt (2008), *Bacillus* spp. podem apresentar diferentes mecanismos de ação sobre os fitopatógenos, como competição (por espaço e nutrientes), síntese de compostos voláteis e, principalmente síntese de substâncias antimicrobianas (antibiose), o que muitas vezes é visto como desvantagem para o consumo de produtos consumidos *in natura*.

O uso de leveduras no manejo de doenças pós-colheita, já demonstrou ser bastante eficiente e muitas vezes são consideradas até similares ao tratamento químico. Como exemplo, pode ser mencionado Blum *et al.* (2004) que ao realizarem testes em laboratório utilizando a levedura *Cryptococcus laurentii* em pós-colheita, obtiveram uma redução das podridões (*Glomerella cingulata*, *Penicillium expansum* e *Pezicula malicorticis*) da maçã tanto quanto os fungicidas testados (thiabendazol e iprodione). De acordo com Sanhueza (1998), é preferível utilizar leveduras na proteção de frutos que serão consumidos *in natura*, pois esses microrganismos não são, geralmente, produtores de antibióticos, elementos considerados contaminantes químicos, tal como ocorre com *Bacillus* spp. Entre os principais mecanismos de ação das leveduras encontra-se a competição por nutrientes, a indução de resistência e o parasitismo (MARIANO *et al.*, 2000). A atividade biocontroladora de leveduras antagonistas depende da presença de um grande número de células antagonistas no sítio de ferimento, sendo este requerimento considerado um possível fator limitante para a formulação de um produto biológico (GOMES; SILVEIRA; MARIANO, 2005). Alguns trabalhos mostraram a utilização das leveduras *Cryptococcus* spp. e *Rhodotorula* spp. no controle de *P. expansum* em maçãs; *A. pullulans*, *Candida vanderwaltii* e *C. oleophila* contra *B. cinerea* em uva e kiwi; *Trichoderma atroviride*

Tabela 1 - Efeito de antagonistas e produtos alternativos, no manejo da *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* em pimentão, avaliados pelo período de incubação (PI), severidade da doença (SEV), redução da severidade da doença (RSD) e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD)

Tratamento	PI (horas) ²	SEV ³	RSD% ³	AACPD ³
Lma ⁴	43,50 abc ¹	0,30 a	73,89 ab	4,73 ab
Lms ⁴	49,50 ab	0,19 a	82,55 ab	2,57 ab
C116 ⁵	49,12 ab	0,12 a	90,75 a	1,84 a
Fosfato de Cálcio	51,37 a	0,09 a	90,86 a	0,90 a
Fosfato de Potássio	37,87 bcd	0,66 ab	55,88 abc	9,77 bc
CaCl ₂	23,25 e	1,37 cd	17,68 c	19,15 de
Ca(CO ₃) ₂	31,50 de	1,07 bc	24,71 bc	14,29 cd
Ca(SO ₄) ₂	22,87 e	1,56 cd	- 5,95 c	20,73 de
Antica®	32,62 cde	1,10 bc	50,76 bc	15,93 cd
Kasumin®	25,87 e	1,73 cd	13,28 c	20,06 de
Testemunha	14,62 f	2,15 d	na ⁶	32,45 e
(CV%)	16,79	26,84	40,32	47,25

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro da coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD a 5% de probabilidade. ²Os dados referentes ao PI foram transformados pela equação Log (x+1) para melhor atender aos pressupostos da análise de variância (ANOVA). ³Os dados referentes a SEV, RSD(%) e AACPD foram transformados pela equação Sqrt (x+0,5) para melhor atender aos pressupostos da análise de variância (ANOVA). ⁴Leveduras: isolado Lma (*Rhodotorula aurantiaca*) e isolado Lms (*R. glutinis*). ⁵*Bacillus* spp.: isolado C116 (*B. pumilus*). ⁶Não aplicável

e *T. viride* contra *M. fructicola* em pêssegos e ameixas; *Pseudomonas syringae* no controle de *M. fructicola* em pêssegos; *A. pullulans* contra *B. cinerea* e *M. laxa* em cerejas (DROBYA et al., 2003; NUNES et al., 2001).

Com relação às fontes de cálcio, excetuando o Ca(CO₃)₂, todos os outros produtos testados foram eficientes para a redução significativa ($p \leq 0,05$) apenas nos valores de PI quando comparados com a testemunha (Tabela 1). Com relação às outras variáveis analisadas, SEV, RSD% e AACPD nenhuma diferença significativa foi observada ($p \geq 0,05$). Esses resultados diferem dos obtidos por Gomes, Silveira e Mariano (2005), onde todas as fontes e concentrações de cálcio avaliadas, foram eficientes na RSD% da podridão mole, destacando-se a aplicação de CaCl₂ a 8% com a redução da doença de 69,5%, embora sem diferir significativamente das concentrações a 1 e 4%. Esses resultados podem estar provavelmente relacionados com os métodos de inoculação que foram utilizados no presente trabalho. Uma vez que Conway et al. (1992) relataram a eficiência da infiltração a vácuo de CaCl₂ a 8%, reduzindo em 25% o apodrecimento pós-colheita de maçã e batata. Este método de aplicação de cálcio, segundo McGuire e Kelman (1984), é o mais eficiente no controle da podridão de *Pectobacterium* em batata. Esses autores verificaram que Ca(NO₃)₂, nas concentrações de 0,1; 0,6 e 1,2%, foram capazes de reduzir a severidade da podridão mole em batata causada por *P. carotovorum* subsp. *atrosepticum*, em 58,3; 83,9 e 100%, respectivamente.

O antibiótico Kasumin® e o fungicida/bactericida orgânico Antica® não diferiram significativamente entre si ($p \leq 0,05$) com relação a todas as variáveis epidemiológicas analisadas (Tabela 1). Nas variáveis SEV e AACPD, o Kasumin® proporcionou valores que não diferiram estatisticamente da testemunha, além de ter sido um dos tratamentos que apresentaram menor RSD%, mostrando uma estreita associação entre *Pcc-19* e o princípio ativo Casugamicina, sugerindo talvez uma resistência constitutiva no DNA cromossomal ou plasmidial (GAMA et al., 2011). O fungicida/bactericida orgânico Antica®, apesar de ter sido significativamente superior à testemunha ($p \leq 0,05$) em todas as variáveis epidemiológicas analisadas, há necessidade de estudos posteriores para se determinar o seu verdadeiro efeito na redução da podridão mole, uma vez que na literatura pesquisas com a sua utilização em pós-colheita são escassos.

CONCLUSÕES

1. Os produtos alternativos, fosfato de cálcio, fosfato de potássio e os microrganismos antagonistas, C116, Lms e Lma foram eficientes no manejo pós-colheita da podridão mole do pimentão para todas as variáveis analisadas;
2. Dentre todos os tratamentos (produtos alternativos, microrganismos antagonistas e fungicida/bactericida), o fosfato de cálcio se destacou, sendo um produto em potencial para ser utilizado no manejo da doença.

3. O bactericida Kasumin® não se mostrou eficiente no manejo pós-colheita da podridão mole do pimentão;
4. Há necessidade de estudos mais aprofundados para verificar o fungicida/bactericida orgânico Antica® como possível alternativa no manejo pós-colheita da podridão mole do pimentão.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico e Científico (CNPq) e a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pela concessão de bolsa de estudo e pelo financiamento parcial dos experimentos.

REFERÊNCIAS

- ANTONIOLLI, L. R *et al.* Controle alternativo de podridões pós-colheita de framboesas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 9, p. 979-984, 2011.
- BAZ, M. *et al.* Control of potato soft rot caused by *Pectobacterium carotovorum* and *Pectobacterium atrosepticum* by Moroccan actinobacteria isolates. **World Journal Microbiol Biotechnology**, v. 28, n. 1, p.303-11, 2012.
- BLUM, L. E. B. *et al.* *Cryptococcus laurentii* aplicado em Pós-Colheita reduz Podridões em maçãs. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 4, p. 433-436, 2004.
- BLUM, L. E. B. *et al.* Fosfitos aplicados em pós-colheita reduzem o mofo azul em maçãs 'Fuji' e 'Gala'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 2, p. 265-268, 2007.
- BRACKMANN, A. *et al.* Fosfitos para o controle de podridões pós-colheita em maçãs 'Fuji' durante o armazenamento refrigerado. **Ciência Rural**, v. 34, n. 4, p. 1039-1042, 2004.
- BRACKMANN, A. *et al.* Controle de podridão pós colheita de *Penicillium* spp., em maçã 'Fuji' com fosfitos e fungicidas. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 11, n. 2, p. 251-254, 2005.
- CONWAY, W. *et al.* Calcium treatment of apples and potatoes to reduce postharvest decay. **Plant Disease**, v. 76, n. 4, p. 329-334, 1992.
- DANIEL, R.; GUEST, D. Defence responses induced by potassium phosphonate in *Phytophthora* palmivora-challenged *Arabidopsis thaliana*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 67, n. 3/5, p. 194-201, 2006.
- DE BOER, S. H.; KELMAN, A. *Erwinia* soft rot group. In: SCHAAD, N. W.; JONES J. B.; CHUN, W. (Ed.). **Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria**. 3th ed. Saint Paul, American Phytopathological Society, 2001. p. 56-72.
- DIANESE, A. C.; BLUM, L. E. B. **Uso de fosfitos no manejo de doenças fungicas de fruteiras e soja**. Brasília: EMBRAPA, 2010. 29p.
- DROBYA, S. *et al.* Influence of food additives on the control of postharvest rots of apple and peach and efficacy of the yeast-based biocontrol product aspire. **Postharvest Biology and Technology**, v. 27, n. 2, p. 127-135, 2003.
- GAMA, M. A. S. *et al.* Polyphasic characterization of pigmented strains of *Xanthomonas* pathogenic to cashew trees. **Plant Disease**, p. 95, n. 7, p.793-802, 2011.
- GOMES, A. M. A.; SILVEIRA, E. B.; MARIANO, R. L. R. Tratamento pós-colheita com cálcio e microrganismos para controle da podridão-mole em tomate. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 108-111, 2005.
- JABUONSKI, R. E.; TAKATSU, A.; REIFSCHEIDER, F. J. B. Levantamento e identificação de espécies de *Erwinia* de diferentes plantas hospedeiras e regiões do Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 11, n. 1, p. 185-195, 1986.
- JACKSON, T. J. Action of the fungicide phosphite on *Eucalyptus marginata* inoculated with *Phytophthora cinnamomi*. **Plant Pathology**, v. 49, n. 1, p. 147-154, 2000.
- LEELASUPHAKUL, W.; HEMMANEE, P.; CHUENCHITT, S. Growth inhibitory properties of *Bacillus subtilis* strains and their metabolites against the green mold pathogen (*Penicillium digitatum* Sacc.) of citrus fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 48, n. 1, p. 113-121, 2008.
- LINS, S. R. O. *et al.* Controle alternativo da podridão peduncular em manga. **Summa Phytopathologica**, v. 37, n. 3, p. 121-126, 2011.
- LORENTZ, L. H. *et al.* Estimativa da amostragem para pimentão em estufa plástica. **Horticultura Brasileira, In: 52 Congresso Brasileiro de Horticultura, Salvador. Resumos...** Salvador, 2002. 1 CD-ROM.
- MARIANO, R. L. R. *et al.* Biocontrole de doenças de plantas. In: TORRES, J. B.; MICHEREFF, S. J. (Ed.) **Desafios do manejo integrado de pragas e doenças**. Recife: Imprensa Universitária, 2000. p. 78-111.
- MARIANO, R. L. R. *et al.* Produtos biológicos, químicos, e alternativos para controle de bactérias fitopatogênicas. In: MARIANO, R. L. R.; SILVEIRA, E. B. (Coord.) **Manual de práticas em Fitobacteriologia**. Recife: Universitária, 2005. p. 115-117.
- MELO, R. A. G. *et al.* Controle biológico da podridão-mole do pimentão (*Capsicum annuum*) causada por *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*. **Summa Phytopathologica**, v. 21, n. 3/4, p. 206-212, 1995.
- MCGUIRE, R. G.; KELMAN, A. Reduced severity of *Erwinia* soft rot in potato tuber with increase calcium content. **Physiology and Biochemistry**, v. 74, n. 10, p. 1250-1256, 1984.
- NUNES, C. *et al.* Biological control of postharvest pear diseases using a bacterium, *Pantoea agglomerans* CPA-2. **International Journal of Food Microbiology**, v. 70, n. 1/2, p. 53-61, 2001.
- ONGENA, M. *et al.* *Bacillus subtilis* M4 decreases plant susceptibility towards fungal pathogens by increasing host resistance associated with differential gene expression. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 67, n. 5, p. 692-698, 2005.
- PÉROMBELON, M. C. M.; VANDER WOLF, J. M. Methods for the detection and quantification of *Erwinia carotovora* subsp.

atroseptica (*Pectobacterium carotovorum* subsp. *atrosepticum*)
on potatoes: a laboratory manual. 2. ed. Invergowrie. Scottish
Crop Research Institute. 2002, 82 p.

RIBEIRO JUNIOR, P. M. et al. Fosfato de Potássio na
indução de resistência a *Verticillium dahliae* Kleb, em mudas
de cacau (Theobroma cacao L.). **Ciências Agrotécnicas**,
v. 30, n. 4, p. 629-636, 2006.

SANHUEZA, R. M. V. Leveduras para o controle de
fitopatógenos. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO,
6., 1998., Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: FIOCRUZ,
1998. p. 340-343.

SENHOR, R. F. et al. Manejo de doenças pós-colheita. **Revista
Verde**, v. 4, n. 1, p. 00-13, 2009.

WARRIOR, P.; KONDURU, K.; VASUDEVAN, P. **Formulation
of biological control agents for pest and disease management.**
In: GNANAMANICKAM, S. S. (Ed.). Biological control of crop
diseases. New York: Marcel Dekker, 2002. p. 421-441.

WILKINSON, C. J.; SHEARER, B. L.; JACKSON, T. J.
Variation in sensitivity of Western Australian isolates of
Phytophthora cinnamomi to phosphates in vitro. **Plant
Pathology**, v. 50, n. 1, p. 83-89, 2001.