

**Óleos essenciais no manejo da podridão mole em pimentão**

**Essential oils in the management of soft rot in bell pepper**

DOI:10.34117/bjdv6n12-607

Recebimento dos originais:23/11/2020

Aceitação para publicação:23/12/2020

**Camila de Oliveira Almeida**

Formação: Graduanda em Engenharia Agrônômica

Instituição: Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, Campus III

Endereço: Avenida Edgar Chastinet, s/n - São Geraldo, Juazeiro - BA, 48905-680

E-mail: mila\_almeida567@hotmail.com

**Thiago Francisco de Souza Carneiro Neto**

Formação: Bacharel em Engenharia Agrônômica e mestrando em Agronomia (Horticultura Irrigada)

Instituição: Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, Campus III

Endereço: Avenida Edgar Chastinet, s/n - São Geraldo, Juazeiro - BA, 48905-680

E-mail: tcarneiro@uneb.br

**Karol Alves Barroso**

Formação: Mestre em Agronomia (Horticultura Irrigada) e Doutoranda em Fitotecnia

Instituição: Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Departamento de Ciência Agrônômicas e Florestais

Endereço: Rua Francisco Mota Bairro, 572 - Pres. Costa e Silva, Mossoró - RN, 59625-900

E-mail: k.alvesbarroso@gmail.com

**Márcia Ferreira Queiroz**

Formação: Mestre em Agronomia (Horticultura Irrigada) e Doutoranda em Fitopatologia

Instituição: Universidade Federal de Viçosa (UFV)

Endereço: Avenida Peter Henry Rolfs, s/n - Campus Universitário, Viçosa - MG, 36570-900

E-mail: marcyabioagro@gmail.com

**Talita Abreu Vilas Boas**

Formação: Graduanda em Engenharia Agrônômica

Instituição: Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Departamento de Ciências Humanas e Tecnologias, Campus XXII

Endereço: Rua Enock Canário de Araújo, s/n - Jeremias, Euclides da Cunha - BA, 48500-000

E-mail: talitavilasboas52@gmail.com

**Cristiane Domingos da Paz**

Formação: Doutora em Plant Pathology, Professora Titular

Instituição: Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, Campus III

Endereço: Avenida Edgar Chastinet, s/n - São Geraldo, Juazeiro - BA, 48905-680

E-mail: dapazcd@yahoo.com.br

**Ana Rosa Peixoto**

Formação: Pós-doutora em Fitopatologia, Professora Pleno

Instituição: Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, Campus III

Endereço: Avenida Edgar Chastinet, s/n - São Geraldo, Juazeiro - BA, 48905-680

E-mail: anarpeixoto@gmail.com

## RESUMO

*Capsicum annuum* L. pode ser lesionado por diversas fitobacterioses, destacando-se a podridão mole. O controle químico é pouco eficiente e antieconômico. A busca pela redução de agroquímicos evidencia a necessidade de novas alternativas. Nesse contexto, objetivou-se avaliar a eficácia de óleos essenciais no manejo da podridão mole, in vitro e em pós-colheita de pimentões. Foram avaliados os óleos essenciais de *Cymbopogon winterianus*, *Citrus bergamia*, *Melaleuca alternifolia*, *Syzygium aromaticum* e *Cymbopogon citratus*, nas concentrações 0,25%; 0,5%; 0,75% e 1,0%, tanto in vitro quanto na pós-colheita. Utilizou-se o isolado de *Pectobacterium aroidearum* proveniente da infecção natural de pimentões. In vitro, o meio de cultura misturado a cada óleo emulsionado com Tween 20 (1:1). Realizou-se a avaliação 48 horas após a inoculação, através da contagem das colônias. Em pós-colheita, os pimentões foram pulverizados com óleos essenciais antes da inoculação com o patógeno. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 4 (cinco óleos essenciais x quatro concentrações). No ensaio in vitro, os óleos essenciais de melaleuca, cravo, bergamota e citronela, independentemente da concentração utilizada foram significativamente superiores à testemunha, inibindo completamente o crescimento da *P. aroidearum*. O óleo essencial de *C. citratus* não diferiu da testemunha. Todos os óleos essenciais, com exceção do *C. citratus*, podem ser utilizados para manejo da podridão mole em pimentão, causados por *P. aroidearum* na menor concentração de 0,25%.

**Palavras-chave:** Controle Alternativo, Pós-Colheita, Bactéria, *Pectobacterium Aroidearum*.

## ABSTRACT

*Capsicum annuum* L. can be damaged by several phyto-bacterioses, especially soft rot. Chemical control is inefficient and uneconomical. The search for the reduction of agrochemicals highlights the need for new alternatives. In this context, it was aimed to assess the effectiveness of essential oils in the management of soft rot in vitro and in post-harvest peppers. Essential oils of *Cymbopogon winterianus*, *Citrus bergamia*, *Melaleuca alternifolia*, *Syzygium aromaticum* and *Cymbopogon citratus* were evaluated at concentrations: 0.25%; 0.5%; 0.75% and 1.0%, both in vitro and post-harvest. The *Pectobacterium aroidearum* isolate from peppers natural infection was used. In vitro, the culture medium was mixed with each oil emulsified with Tween 20 (1:1). The assessment was performed 48 hours after inoculation, by counting the colonies. In post-harvest, peppers were sprayed with essential oils prior to pathogen inoculation. The experimental design was completely randomized, in a 5 x 4 factorial scheme (five essential oils x four concentrations). In the in vitro test, the essential oils of tea tree, clove, bergamot and citronella, regardless of the concentration used, were significantly higher than the control, completely inhibiting the growth of *P. aroidearum*. *C. citratus* essential oil did not differ from the control. All essential oils, with the exception of *C. citratus*, can be used to manage soft rot in peppers, caused by *P. aroidearum* in the lowest concentration of 0.25%.

**Keywords:** Alternative control, Post-harvest, Bacteria, *Pectobacterium Aroidearum*.

## 1 INTRODUÇÃO

O cultivo de hortaliças destaca-se por apresentar grande destaque na produção agrícola brasileira. Em 2016, a produção total de hortaliças movimentou no país cerca de R\$ 55 bilhões ao ano, com uma área de 820.000 hectares destinados à produção, segundo a Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas (ABCSEM, 2016).

Dentre as hortaliças mais comercializadas, destaca-se o pimentão, que no ano de 2016 teve expressiva participação do Brasil na produtividade mundial, sendo a produção total de quase 250 mil toneladas. O Nordeste é o segundo maior colaborador, produzindo cerca 77.795 toneladas, ficando atrás apenas do estado de São Paulo, que produz 120.773 toneladas (IBGE, 2016).

Geralmente, as cultivares de pimentão disponíveis no mercado são muito suscetíveis ao ataque de doenças de etiologia variada, o que proporciona a baixa produtividade do pimentão quando não são controladas de forma eficaz (JARA, 2015). Segundo Moraes et al. (2020) uma das doenças acometidas no pimentão é a podridão mole, causada por *Pectobacterium atrosepticum*, sendo registrada incidência de 10 a 18% de frutos de pimenta ainda colados em plantas com sintomas de podridão mole. Ainda, é considerada uma das dez bactérias fitopatogênicas de maior importância científica e econômica do mundo (MANSFIELD et al., 2012).

Esse gênero de bactérias é constituído por espécies heterogêneas, de difícil controle, responsáveis por quadros de murcha, talo-oco, canela-preta e podridão mole em diversas culturas como a batata, tomate, alface e couve. Essa bactéria pode causar o apodrecimento de toda a planta, inviabilizando a parte comercializada, ocasionando perdas que podem ocorrer no campo durante o desenvolvimento da cultura e colheita, bem como no transporte e armazenamento de produtos (VAN DER MERWE et al., 2010).

Por estas características, o manejo dessa fitobacteriose se torna dificultoso, causando grandes perdas uma vez que possui elevada capacidade de sobrevivência, sendo encontrada na água, no solo, em restos culturais em decomposição, na rizosfera de plantas cultivadas ou invasoras e epifiticamente na rizosfera de plantas hospedeiras ou invasoras (KIKUMOTO, 1980; PÉROMBELON & KELMAN, 1980). O controle químico é considerado pouco eficiente e antieconômico (KUROZAWA & PAVAN, 2018). Por não suficiente, existem poucos produtos registrados para a cultura (AGROFIT, 2020).

O pimentão está entre as quatro hortaliças mais sensíveis a pragas e doenças. Estimativas da Confederação Nacional da Agricultura (CNA), registrada no “Mapeamento e quantificação da cadeia produtiva das hortaliças”, mostraram que a cultura movimentou valores com defensivos, por hectare, superiores a 1.000 dólares, em 2016 (ALENCAR, 2019).

A conscientização acerca dos problemas ambientais causados pelo uso de agroquímicos e a consequente busca pela redução de seu uso, permite avanços das pesquisas na obtenção de tecnologias

e produtos para o manejo fitossanitário (SILVA, et al., 2010). Nesse enfoque, o controle alternativo através da utilização de produtos naturais, dentro do manejo integrado de doenças de plantas tem se mostrado uma ferramenta potencial na proteção de plantas, entre eles, os óleos essenciais, considerados antimicrobianos naturais pela presença de substâncias bioativas encontradas em plantas (CHIEJINA e UKEH, 2012, SILVA et al., 2014).

Os óleos essenciais obtidos de espécies vegetais têm se mostrado eficazes no controle de doenças pós-colheita. Suas estruturas atuam como barreiras físicas e suas ações bioquímicas agem como substâncias tóxicas ou repelentes aos patógenos, criando condições desfavoráveis ao estabelecimento destes em diversos patossistemas (AGRIOS, 2005).

Apesar do potencial de óleos essenciais no controle de fitopatógenos, não existem pesquisas utilizando estas substâncias para o controle da podridão mole em pimentão, assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito inibitório de óleos essenciais no controle de *Pectobacterium aroidearum* in vitro e em pós-colheita de pimentões.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 OBTENÇÃO DO FITOPATÓGENO**

O isolado de *Pectobacterium aroidearum* (UNEB 03) foi obtido da Coleção de Bactérias do Laboratório de Fitopatologia da Universidade do Estado da Bahia, Campus III, estando preservado pelo método Castellani (MARIANO e SOUZA, 2016).

O teste de patogenicidade foi executado introduzindo-se a ponta de um palito esterilizado, após tocar em uma colônia do isolado de *Pectobacterium* UNEB 03 em pimentões saudáveis, conforme proposto por Takatsu et al. (1981). Realizou-se o reisolamento do patógeno nos frutos com sintomas típicos da doença, pelo método de estrias no meio de cultura CPG (1000ml água destilada; 18g ágar; 10g dextrose; 10g peptona; 1g caseína hidrolisada) (MARIANO e SOUZA, 2016).

### **2.2 IDENTIFICAÇÃO MORFOLÓGICA DO ISOLADO**

Colônias com bordos irregulares, opacas, com característica de "vidro quebrado" (DUARTE e EL TASSA, 2003), protuberância no centro, com o aspecto de "ovo frito" visualizada em microscópio estereoscópico (TAKATSU, 2007), foram preservadas em água destilada esterilizada (ADE).

### **2.3 TESTES IN VITRO**

O crescimento de bactérias na placa é bastante abundante, por isso, no intuito de obter-se uma concentração que é possível suceder a sua contagem realizou-se o teste de diluição. O teste foi transcrito através da pipetagem de 10 µl de diferentes suspensões bacterianas na placa de Petri (10<sup>-</sup>

<sup>3</sup>,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$  e  $10^{-6}$ ), contendo o meio CPG. Cada alíquota foi espalhada com auxílio de uma alça de Drigalsky. As placas de Petri foram invertidas mantidas em incubadora tipo BOD (Biological Oxygen Demand) a aproximadamente 30°C por 48 horas. Aquelas contendo entre 30 a 300 colônias típicas foram selecionadas.

Para consecução do experimento foram selecionados cinco óleos essenciais (OEs) 100% puros para avaliação da atividade antimicrobiana contra a bactéria causadora da podridão mole, sendo eles: Citronela (*Cymbopogon winterianus*), Bergamota (*Citrus bergamia*), Melaleuca (*Melaleuca alternifolia*), Cravo (*Syzygium aromaticum*) e Capim-limão (*Cymbopogon citratus*), em quatro diferentes concentrações: 0,25%; 0,5%; 0,75% e 1%, acrescidos da testemunha que recebeu apenas o tratamento com Tween 20.

No experimento *in vitro*, o meio CPG foi emulsionado em um béquer com o óleo essencial e o Tween 20 (1:1), para aumentar a solubilidade do óleo no meio. Posteriormente, o composto foi vertido nas placas de Petri, possuindo 5 cm de diâmetro. Após a solidificação, as placas foram entreabertas e pipetadas com 10 µl da suspensão bacteriana obtida de uma placa com crescimento puro. A concentração da suspensão foi ajustada em fotocolorímetro (Photometer®) a 570 nm de absorvância, de acordo com equação pré-estabelecida, onde  $A_{570} = 0,36$  equivale a  $1 \times 10^9$  UFC.mL<sup>-1</sup>. Logo após, as placas foram incubadas em BOD a uma temperatura de  $\pm 30^\circ\text{C}$ . A avaliação ocorreu 48 horas após a instalação do experimento e deu-se pela a contagem do número de colônias por placa e calculado o número de unidades formadoras de colônia (UFC)/mL.

#### 2.4 MANEJO PÓS-COLHEITA DA PODRIDÃO MOLE EM FRUTOS DE PIMENTÃO

Os frutos de pimentão verde utilizados foram selecionados com o mesmo nível de maturação e desinfestados em ADE e hipoclorito de sódio (7%), durante 15 min. Posteriormente, os frutos foram enxaguados em água corrente e dispostos sobre a bancada do laboratório em toalhas de papel para sua secagem. Para aplicação dos tratamentos, os mesmos foram pulverizados com as mesmas concentrações utilizadas no teste *in vivo*, essenciais juntamente com Tween 20 (1:1). A mistura foi introduzida ao pulverizador contendo 50 mL de ADE.

Após seis horas, foram marcados dois círculos na superfície dos frutos, um em cada extremidade, e efetuados dois ferimentos com aproximadamente 2 mm de profundidade, com o auxílio de um alfinete entomológico (MARIANO e SOUZA, 2016). Sob os ferimentos foi depositado 10 µl da suspensão bacteriana ajustada em  $1 \times 10^9$  UFC.mL<sup>-1</sup> ( $A_{570} = 0,36$ ).

Os frutos foram incubados em câmara úmida (UR  $92 \pm 4\%$ ) segundo a metodologia de Melo et al. (1995), e mantidos a temperatura ambiente  $\pm 25^\circ\text{C}$ . As avaliações foram realizadas a cada seis horas após a inoculação inicial, sendo a última realizada após 36 horas. Os diâmetros das lesões foram

medidos, para 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) Área abaixo de progresso da doença (AACPD), calculada pela expressão:  $AACPD = \sum (y_i + y_{i+1})/2 \cdot dt_i$ , onde  $y_i$  e  $y_{i+1}$  são os valores de severidade observados em duas avaliações consecutivas e  $dt_i$  o intervalo entre as avaliações (SHANER et al., 1977).

## 2.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O delineamento experimental foi dado em esquema fatorial 5 x 4 representado por cinco diferentes óleos essenciais e quatro concentrações, mais a testemunha. Foram utilizadas cinco repetições por tratamento, sendo a unidade experimental constituída por uma placa de Petri no experimento in vitro e por dois furos em cada fruto no manejo pós-colheita.

Todos os experimentos foram repetidos duas vezes. Os dados obtidos foram analisados quanto aos pressupostos da análise de variância (ANOVA), submetidos a testes de comparação de médias (Scott-Knott) e regressão, com o auxílio do programa estatístico Assistat® (Statistical Assistance Versão 7.7 pt).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ensaio in vitro, os óleos essenciais de melaleuca, cravo, bergamota e citronela, independentemente da concentração utilizada inibiram completamente o crescimento da *P. aroidearum* ( $P \leq 0,05$ ), havendo diferenças significativas entre eles, no entanto, todos diferiram da testemunha. Não se observou diferença significativa entre a testemunha e o OE de capim limão (Tabela 1).

Tabela 1. Efeito in vitro da utilização de óleos essenciais em diferentes concentrações no controle da podridão mole.

Concentrações	Crescimento (Log UFC/ml)				
	Bergamota	Cravo	Citronela	Capim-limão	Melaleuca
0,25%	0,000 <sup>l</sup> aA	1,600aA	6,000aA	144,200bB	0,000aA
0,5%	0,000aA	0,000aA	0,000aA	151,000bB	0,000aA
0,75%	0,000aA	0,000aA	0,000aA	135,000bB	0,000aA
1%	0,000aA	0,000aA	0,000aA	26,800bB	0,000aA
Testemunha			467,400bC		
CV (%)			30,83		

<sup>l</sup>As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knot ( $P \leq 0,05$ ), sendo as letras minúsculas representadas pelas linhas e as maiúsculas representada por colunas.

Os óleos essenciais têm sido relatados como promissores no manejo da podridão mole por outros autores. Queiroz (2016) afirmou que os óleos de cravo, citronela, bergamota, alecrim, palmarosa, sálvia, melaleuca e capim-limão inibiram completamente o crescimento de *P. carotovorum* subsp. *brasiliensis* (Pcb) nas mesmas concentrações do presente trabalho. Jeong et al., (2009)

verificaram que o óleo de *Cymbopogon citratus* (Capim Limão) apresentou atividade inibitória em diferentes concentrações (0,25; 0,5 e 1,0%) sobre três isolados de *Pectobacterium* sp.

Isso pode ter ocorrido devido às características físico-químicas que os óleos essenciais possuem, sendo estudados em várias áreas, devido as suas atividades, antivirais, bactericidas, fungicidas, imunostimulantes e inseticidas a numerosos agentes patogênicos (BURT, 2004; KNAACK e FIUZA, 2010). De acordo com Tiwari et al. (2009), os óleos essenciais em sua maioria possuem complexos constituintes químicos, com mais de 100 componentes terpênicos e que através de uma ação sinérgica podem apresentar amplo espectro de ação.

Apesar da escassez de estudos sobre o efeito de óleos essenciais no controle da podridão mole em pimentão, existem resultados satisfatórios utilizando esses óleos no manejo de outras fitobacterioses. Lima (2016) confirmou que no ensaio in vitro, os óleos essenciais de alecrim, citronela, capim limão, eucalipto, cravo e palmarosa inibiram completamente o crescimento da *Ralstonia solanacearum*, sendo agente causal da murcha bacteriana do tomateiro, destacando-se o cravo com redução da severidade em 42,3%. Este resultado não se verifica com os alcançados no presente trabalho, no qual foram testadas concentrações equivalentes. Isto pode ser explicado pela diferença na procedência do óleo que inclui condições de cultivo, espécies e partes de plantas, estações do ano, áreas geográficas e métodos de extração, entre outros (BURT, 2004), e ainda pela alta variabilidade do patógeno (ALVARADO et al., 2011).

Dentre os OEs avaliados na pós-colheita, melaleuca, cravo, bergamota e citronela superaram igualmente a testemunha ( $P \leq 0,05$ ) nas variáveis analisadas: Período de incubação (PI), Severidade (SEV) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), demonstrando assim, serem bons mecanismos no manejo pós-colheita da podridão mole em pimentões (Tabela 2; Figura 1).

Tabela 2. Efeito da utilização de óleos essenciais no controle podridão mole em pós-colheita de pimentões.

Óleos Essenciais	PI <sup>a</sup> (horas)	SEV <sup>b</sup> (cm)	AACPD <sup>c</sup>
Bergamota	7,92a	1,62a	21,73a
Cravo	8,16a	1,59a	23,82a
Citronela	7,44a	1,55a	22,86a
Capim Limão	6,00b	2,01b	30,47b
Melaleuca	8,04a	1,55a	22,44a
Testemunha	6,00b	2,57b	37,47b
CV%	30,83	15,99	23,00

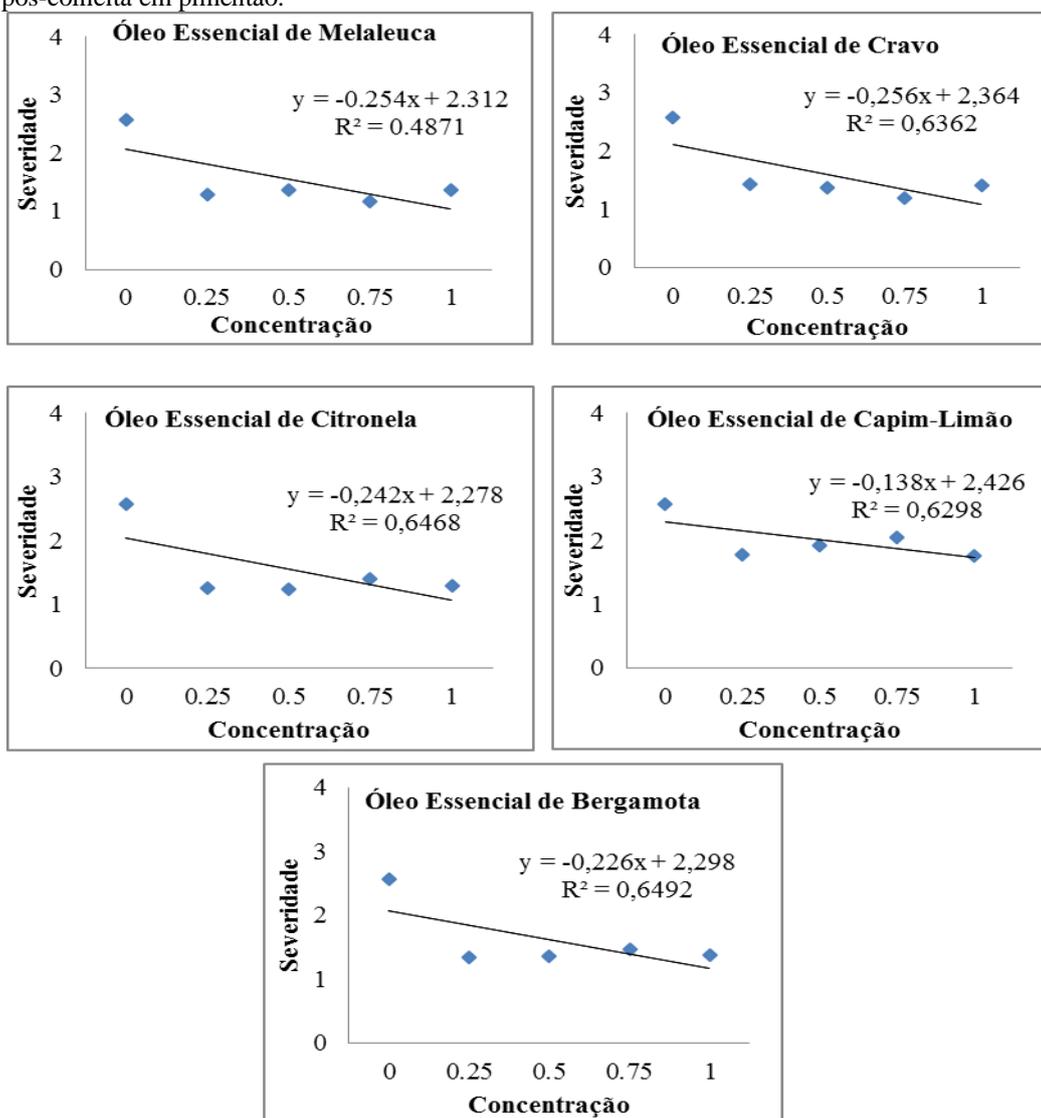
<sup>a</sup>Período de incubação (PI); <sup>b</sup>Severidade da doença (SEV); <sup>c</sup>Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ( $P \leq 0,05$ ) de acordo com o teste de Scott-Knott.

No manejo pós-colheita, o OE de capim-limão não se diferenciou da testemunha com relação ao período de incubação (PI), demonstrando assim, menor efeito no controle da *P. aroidearum* no presente trabalho, entretanto, outros autores citam esse óleo essencial como bastante promissor. Já a

área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) foi reduzida pelos óleos de bergamota cravo, citronela e melaleuca. Mais recentemente, Guerra et al. (2014), avaliando o efeito de OEs na redução da podridão-mole em couve-chinesa, verificaram que os OEs de bergamota (*Citrus bergamia* Risso et Poiteau), capim-limão, copaíba (*Copaifera officinalis*), eucalipto citriodora, eucalipto globulus, erva-doce, gengibre, hortelã (*Mentha piperita* L.), laranja-doce, limão e sálvia- esclaréia reduziram significativamente o período de incubação e a área abaixo da curva de progresso da doença.

Embora tenha poucos relatos sobre a ação de óleos essenciais no controle da podridão mole em pós-colheita de pimentões, existem resultados promissores utilizando esses produtos em outros patossistemas. Barroso (2016) verificou a eficiência do óleo essencial de capim limão no manejo da *Pectobacterium aroidearum* em alface. Abreu (2006) verificou que os frutos do tomateiro cultivado a campo submetido a pulverizações com óleos essenciais para controle de *Alternaria solani* apresentaram maior vida útil pós-colheita, em ambiente natural.

Figura 1. Grau de severidade da podridão causada por *Pectobacterium aroidearum* em diferentes concentrações de óleos essenciais na pós-colheita em pimentão.



Em trabalho realizado por Silva et al. (2012), os óleos de eucalipto globulus (*Eucalyptus globulus* Labill) e laranja-doce (*Citrus sinensis* L.) reduziram significativamente a severidade da podridão-mole em alface crespa.

Os OEs têm apresentando resultados satisfatórios no controle in vitro e in vivo de diversas fitobacterioses. Pouvova et al. (2008) ao testarem 5 óleos essenciais contra a bactéria *Pectobacterium aroidearum*, verificaram que os óleos essenciais de Citronela (*Cymbopogon winterianus*), Bergamota (*Citrus bergamia*), Melaleuca (*Melaleuca alternifolia*) e Cravo (*Syzygium aromaticum*) foram os mais eficazes contra a fitobacteriose.

Na literatura, não foram encontrados trabalhos utilizando óleos essenciais para o controle da podridão-mole em pimentão ocasionado pela *Pectobacterium aroidearum*, no entanto, os relatos acima sugerem o potencial dos mesmos para estudos de controle alternativo nesse patossistema.

#### **4 CONCLUSÃO**

Os óleos essenciais de Melaleuca, Bergamota, Citronela e Cravo foram significativamente superiores à testemunha, demonstrando assim, serem mecanismos alternativos e eficientes no manejo da podridão mole em pimentão, causados por *Pectobacterium aroidearum*, ainda que manuseados na menor concentração de 0,25%.

**REFERÊNCIAS**

- ABCSEM. Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mud. 2016. Disponível em: <<https://www.sna.agr.br/cadeia-produtiva-de-hortalicas-movimenta-r-55-bi-por-ano-no-pais/>>. Acessado em: 15 nov. 2020.
- ABREU, C.L.M. Controle de *Alternaria solani* em tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) com óleos essenciais. 71 f. 2006. Tese (Doutorado em Agronomia - Horticultura) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2006.
- AGRIOS, G. N. Plant pathology. San Diego: Academic Press. 5 ed. 2005. 922 p
- AGROFIT. Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins/DFIA/DAS, 2020. Disponível em: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em: 21/ 11/ 2020.
- ALENCAR, G. Produção integrada garante qualidade e redução de custos na produção de pimentão. In: Hortaliças em Revista. Produção Integrada de Pimentão. Brasília: Embrapa Hortaliças, Ano VIII, n. 27, p. 6-7, 2019.
- ALVARADO, I.C.M.; MICHEREFF, S.J.; MARIANO, R.L.R.; SILVEIRA, E.B.; QUEZADO-DUVAL, A.M.; REZENDE, L.V.; CARDOSO, E.; MIZUBUTI, E.S.G. Characterization and variability of soft-rot causing bacteria in Chinese cabbage in Northeastern Brazil. *Journal of Plant Pathology*, v. 93, p. 173-181, 2011.
- BARROSO, K. A. Ocorrência de *Pectobacterium atrosepticum* no Brasil e manejo da podridão mole em alface. 2018. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Horticultura Irrigada) – Universidade do Estado da Bahia, Juazeiro, 2018.
- BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods – a review. *International Journal of Food Microbiology*, v. 94, p. 233-253, 2004.
- CHIEJINA, N.V.; UKEH, J.A. Antimicrobial properties and phytochemical analysis of methanolic extracts of *Aframomum melegueta* and *Zingiber officinale* on fungal diseases of tomato fruit. *Journal of Natural Sciences Research*, v. 2, p. 10-15, 2012.
- DUARTE, V.; EL-TASSA, S.O.M. Taxonomia do gênero *Pectobacterium*. *Revisão Anual de Patologia de Plantas*, v. 11, p. 1-41, 2003.
- GUERRA, M.L.; GUERRA, Y.L.; SOUZA, E.B.; MARIANO, R.L.R. Essential plant oils in reducing the intensity of soft rot in Chinese cabbage. *Revista Ciência Agrônômica*, v. 45, n. 4, p. 760-766, 2014.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Situação da produção e área de hortaliças no Brasil, 2016. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acessado em: 20 nov. 2020.
- JARA, M.A.Q. Doenças do pimentão em regiões produtoras do Equador: identificação e manejo da “pata seca” e ocorrência de viroses. 2015. 51 g. Tese (Doutorado em Agronomia – Proteção de Plantas) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2015.

JEONG, M.R.; PARK, P.B.; KIM, D.H.; JANG, Y.S.; JEONG, H.S.; CHOI, S.H. Essential oil prepared from *Cymbopogon citrates* exerted an antimicrobial activity against plant pathogenic and medical microorganisms. *Mycobiology*, v. 37, p. 48-52, 2009.

KIKUMOTO, T. Ecological aspects of soft rot bacteria. Report of the Institute for Agricultural Research, v. 31, p. 19-41, 1980.

KNAACK, N; FIUZA, L.M. Potencial de óleos essenciais de plantas no controle de insetos e microrganismos. *Neotropical Biology and Conservation*, v. 5, n. 2, p. 120-132, 2010.

KUROZAWA, C.; PAVAN, M.A. Doenças das Solanaceas. In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. (ed.). *Manual de Fitopatologia. Doenças das plantas cultivadas*. 5. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2018. v.2. cap. 15, p. 589-596.

LIMA, M.A.G. Óleos essenciais e silício no controle de murcha bacteriana no tomateiro. Recife. 2016. 89 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia, Recife, 2016.

MANSFIELD, J.; GENIN, S.; MAGORI, S.; CITOVSKY, V.; SRIARIYANUM, M.; RONALD, P.; TOTH, I.; SALMOND, G.; FOSTER, G.D. Top 10 plant pathogenic bacteria in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*, v. 13, n. 6, p. 614-629, 2012.

MARIANO, R.L.R.; SOUZA, E.B. *Manual de práticas em fitobacteriologia*. 3. ed. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2016. 234 p.

MELO, R.A.G.; MARIANO, R.L.R.; MICHEREFF, S.J.; MENEZES, M.; COELHO, R.S.B. Controle biológico da podridão-mole do pimentão (*Capsicum annum*) causada por *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*. *Summa Phytopathologica, Botucatu*, v. 21, p. 206-212, 1995.

MORAES, A.J.G.; BAIA, A.D.B.; SOUZA, E.B.; PEIXOTO, A.R.; BARROSO, K.A.; ALMEIDA, C.O.; BALBINO, V.Q.; SILVA-JÚNIOR, W.J.; GAMA, M.A.S. First report of *Pectobacterium aroidearum* causing soft rot of pepper (*Capsicum annum*) fruits in Brazil. *Plant Disease*, v. 104, p. 01-01, 2020.

PÉROMBELON, M.C.M.; KELMAN, A. Ecology of the soft rot erwinias. *Annual Review of Phytopathology, Palo Alto*, v. 18 p. 361-387, 1980.

POUVOVA, D.; KOKOSKOVA, B.; PAVELA, R.; RYSANEK, P. Effectivity of plant essential oils against *Clavibacter michiganensis*, in vitro. *Zemdirbyste Agriculture, Lituana*, v. 95, n. 3, p. 440-446, 2008.

QUEIROZ, M. F. Ocorrência de *Pectobacterium Carotovorum* Subsp. *brasiliensis* no Brasil e óleos essenciais no manejo da podridão-pole em Couve-Manteiga. 2016. 72 f. Dissertação (Mestrado em Horticultura Irrigada) - Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, Juazeiro, 2016.

SHANER, G.; FINNEY, R.E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. *Phytopathology, Saint Paul*, v. 67, n. 8, p. 1051-1056, 1977.

SILVA, C.L.; SOUZA, E.B.; FELIX, K.C.S.; SANTOS, A.M.G.; SILVA, M.V.; MARIANO, R.L.R. Óleos essenciais e extratos vegetais no controle da podridão mole em alface crespa. *Horticultura Brasileira*, v. 30, p. 632-638, 2012.

SILVA, J.L.; SOUZA, P.E.; MONTEIRO, F.P.; FREITAS, M.L.O.; SILVIA, M.B. JR.; BELAN, L.L. Antifungal activity using medicinal plant extracts against pathogens of coffee tree. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 16, n. 3, p. 539-544, 2014.

SILVA, M.B.; MORANDI, M.A.B.; JUNIOR, T.J.P.; VENZON, M.; FONSECA, M.C.M. Extratos de plantas e seus derivados no controle de doenças e pragas. In: VENZON, M.; JÚNIOR, T.J.P.; PALLINI (coord.). *Controle alternativo de pragas e doenças na agricultura orgânica*. Viçosa: EPAMIG, 2010, p. 33-54.

TAKATSU, A. Taxonomia de *Dickeya* - um novo gênero de Bactéria Fitopatogênica. *Revista Anual de Patologia Plantas*, v.15, 1-44, 2007.

TAKATSU, A.; MELLO, S; GARCIA, E.J. Fruto do pimentão como meio parcialmente seletivo para isolamento de *Erwinia carotovora*. *Fitopatologia Brasileira*, v. 6, n.3, p.550-551, 1981.

VAN DER MERWE, J.J.; COUTINHO, T.A.; KORSTEN, L.; VAN DER WAALS, J.E. *Pectobacterium carotovorum* subsp. *brasiliensis* causing blackleg on potatoes in South Africa. *European Journal Plant Pathology*, Dordrecht, v. 126, p. 175-185, 2010.