

CRISTIANE LIMA DA SILVA

**AÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS E EXTRATOS VEGETAIS SOBRE A
PODRIDÃO MOLE EM ALFACE CRESPA**

RECIFE-PE
FEVEREIRO-2011

CRISTIANE LIMA DA SILVA

**AÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS E EXTRATOS VEGETAIS SOBRE A
PODRIDÃO MOLE EM ALFACE CRESPA**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Fitopatologia da Universidade
Federal Rural de Pernambuco,
como parte dos requisitos para
obtenção do grau de Mestre em
Fitopatologia.

RECIFE-PE

FEVEREIRO-2011

**AÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS E EXTRATOS VEGETAIS SOBRE A
PODRIDÃO MOLE EM ALFACE CRESPA**

CRISTIANE LIMA DA SILVA

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO

Professora Dra. Rosa de Lima Ramos Mariano - Orientadora

Professora Dra. Elineide Barbosa de Souza - Co-orientadora

RECIFE-PE

FEVEREIRO-2011

AÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS E EXTRATOS VEGETAIS SOBRE A PODRIDÃO
MOLE EM ALFACE CRESPA

CRISTIANE LIMA DA SILVA

Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora em 28 de fevereiro de 2011.

ORIENTADORA

Profª Dra. Rosa de Lima Ramos Mariano

EXAMINADORES:

Profª Dra. Sônia Maria Alves de Oliveira
PPGF – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Dra. Elineide Barbosa de Souza
PPGF – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Marcelo Rodrigues Figueira de Mello
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - Campus Barreiros

RECIFE-PE

FEVEREIRO-2011

*Às pessoas mais importantes da
minha vida, meus pais Vicente Ferreira da Silva
e Marusia Lima da Silva, meus irmãos e
sobrinho, Leonardo Lima, Viviane Lima e
Marlon Brito, pelo apoio incondicional em
todos os momentos.*

DEDICO

*Se não puder voar, corra. Se não
puder correr, ande. Se não puder andar,
rasteje, mas continue em frente de qualquer
jeito.*

MARTIN LUTHER KING

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre me conceder a possibilidade de superar desafios e alcançar todos os meus objetivos;

À professora Dra. Rosa de Lima Ramos Mariano, pela orientação nos trabalhos desenvolvidos e por acrescentar mais conhecimentos em meu aprendizado;

À professora Dra. Elineide Barbosa da Silveira, pela orientação acadêmica;

À professora Dra. Márcia Vanusa da Silva, pela concessão dos extratos vegetais utilizados na pesquisa;

À Universidade Federal Rural de Pernambuco pelo apoio institucional e a Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), pela concessão de bolsa de estudo;

Às minhas eternas amigas da ciência pelo grande incentivo a realização do meu mestrado em Recife-PE, Dra. Edna Dora Martins Newman Luz e a M.Sc. Nadja Santos Vitória;

Aos amigos de turma, Jeferson, Marcelo, Dyana, Larissa, Amanda, Frederick e em especial ao meu grande amigo e irmão Leilson pela força, carinho, amizade nos momentos em que mais precisei;

Aos amigos Kátia Cilene da Silva Felix, Alice Maria Gonçalves Santos, Willams José de Oliveira, Emerson Gabriel Ferreira Lins e Marco Aurélio Gama por me auxiliarem na execução e/ou análises estatísticas do meu trabalho;

A toda equipe do Laboratório de Fitobacteriologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, por me acolher e por colaborar na execução deste trabalho;

Aos funcionários do programa de Pós-Graduação em Fitopatologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Adelmo e Sr. Luis pela prestação de serviços nos trabalhos executados em casa de vegetação;

Enfim, a todos aqueles que de forma direta ou indireta participaram da minha trajetória me incentivando a seguir em frente e nunca desistir principalmente nos momentos mais difíceis.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	vi
SUMÁRIO	viii
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO 1	12
INTRODUÇÃO.....	13
A cultura da alface	13
Podridão mole da alface e agente etiológico	15
Controle alternativo.....	18
Índices de qualidade em produtos vegetais	21
Influência de diferentes tratamentos nas características físico-químicas de alface.....	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26
CAPÍTULO II.....	31
RESUMO	32
ABSTRACT	33
INTRODUÇÃO.....	34
MATERIAL E MÉTODOS.....	35
Obtenção do isolado de <i>Pectobacterium carotovorum</i> subsp. <i>carotovorum</i>	36
Plantio	36
Obtenção dos óleos essenciais e extratos vegetais	36
Óleos essenciais	36
Extratos vegetais.....	37
Efeito dos óleos essenciais e extratos vegetais sobre o crescimento de <i>Pectobacterium carotovorum</i> subsp. <i>Carotovorum</i>	37

Efeito de óleos essenciais e extratos vegetais na redução da severidade da podridão mole em plantas de alface.....	38
Análise físico-química de folhas de alface tratadas com óleo essencial e extratos vegetais ...	39
Análises estatísticas.....	39
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
Obtenção do isolado de <i>Pectobacterium carotovorum</i> subsp. <i>carotovorum</i>	40
Efeito de óleos essenciais e extratos vegetais sobre o crescimento de <i>Pectobacterium carotovorum</i> subsp. <i>carotovorum</i>	40
Efeito de óleos essenciais e extratos vegetais na redução da severidade da podridão mole em plantas de alface.....	41
Análise físico-química de folhas de alface tratadas com óleo essencial e extratos vegetais ...	42
REFERÊNCIAS	44
CONCLUSÕES GERAIS	51
CONCLUSÕES GERAIS	52

RESUMO

A produção de alface em algumas áreas de Pernambuco tem como fator limitante a ocorrência da podridão mole, doença de difícil controle. Produtos alternativos têm sido testados para o controle de doenças em diversos patossistemas. No entanto, no caso de hortaliças comestíveis *in natura*, como a alface, é necessário determinar se os tratamentos utilizados não irão alterar a qualidade do produto. Avaliou-se o efeito de óleos essenciais e extratos vegetais no controle da podridão mole em alface, bem como, a influência desses produtos nas características físico-químicas desta hortaliça. Nos testes *in vitro*, discos de papel de filtro foram embebidos em 11 óleos essenciais e 20 extratos vegetais nas concentrações 0,0; 0,25; 0,50; 0,75 e 1% e 0,0; 10, 40, 70 e 100%, respectivamente, e depositados sobre meio de cultura contendo *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* (Pcc A1). Os halos de inibição foram mensurados após 24 e 48 h de incubação. Em casa de vegetação, plantas de alface cv. Veneranda foram tratadas com 11 óleos nas concentrações de 0,5 e 1%, 20 extratos na concentração de 10% e Mycoshield® (3g L⁻¹), sendo inoculadas com o isolado Pcc A1 após 72 h. Foi avaliada a severidade da doença com intervalo de seis horas até 48 h, calculando-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Em experimento similar, plantas tratadas com óleo de *Eucalyptus citriodora*, sete extratos e Mycoshield® foram analisadas quanto aos teores de sólidos solúveis, vitamina C, acidez titulável e pH. Pcc A1 não foi inibido *in vitro*. Dois óleos (*E. citriodora* e *C. sinensis*) e sete extratos (*Parkinsonia aculeata*, *Chamaecrista cytisoides*, *Sida galherensis*, *Polygala violaceae*, *C. desvauxii* e *Pityrocarpa moniliformis*) reduziram significativamente a severidade da doença em relação à testemunha, não diferindo do controle Mycoshield®. Já a AACPD foi reduzida por oito óleos e dez extratos. Destacaram-se com eficiência similar ao Mycoshield® e diferindo da testemunha (7,5 e 132,3) nas duas variáveis analisadas, o óleo de *E. citriodora* a 0,5 % e o extrato de *S. galherensis* a 10% com severidades de 3,6 e 3,5 e AACPD de 83,35 e 88,25, respectivamente. Os teores de vitamina C, acidez titulável e pH não foram alterados em folhas de alface tratadas com óleo de *E. citriodora* e extratos de *P. aculeata* e *C. cytisoides*.

Palavras-chave: *Lactuca sativa*, *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*, controle alternativo

ABSTRACT

Lettuce yield in some areas of the state of Pernambuco, Northeastern Brazil, is limited by the occurrence of soft rot, a disease difficult to control. Alternative products have been tested for disease control in several pathosystems. However, in the case of edible fresh vegetables such as lettuce, it is necessary to determine whether the treatments will not change the product quality. It was evaluated the effect of oils and plant extracts for controlling soft rot in lettuce and assessed the influence of these products in physico-chemical characteristics of this vegetable. In the *in vitro* tests, filter paper discs were soaked in eleven essential oils (0.0, 0.25, 0.50, 0.75 and 1%) and twenty plant extracts (10, 40, 70 and 100%) being deposited on a culture medium containing *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* (strain Pcc A1). The zones of inhibition were measured after 24 and 48 h of incubation. In the greenhouse, plants of cv. Veneranda were treated with eleven oils (0.5 and 1%), twenty extracts (10%) and Mycoshield® (3g L⁻¹) and after 72 h were inoculated with Pcc A1. We evaluated the disease severity with an interval of six hours until 48 h, and the area under the disease progress curve (AUDPC) was calculated. In a similar experiment plants treated with *Eucalyptus citriodora* oil, seven plant extracts and Mycoshield® were analyzed for soluble solids, vitamin C, acidity and pH. Strain Pcc A1 was not inhibited *in vitro*. Two oils (*E. citriodora* and *C. sinensis*) and seven extracts (*Parkinsonia aculeata*, *Chamaecrista cytisoides*, *Sida galherensis*, *Polygala violaceae*, *C. desvauxii* and *Pityrocarpa moniliformis*) significantly reduced disease severity in relation to control, without differ from Mycoshield®. On the other hand AACPD was reduced by eight oils and ten extracts. It is worth to notice that severity and AUDPC were reduced by eucalyptus oil at 0.5% (3.6, 83.35) and by the extract of *S. galherensis* (3.5, 88.25) with the same efficiency as Mycoshield® when compared with control (7.5, 132.3). The levels of vitamin C, acidity and pH were not altered in leaves of lettuce treated with eucalyptus oil and extracts of *P. aculeata* and *C. cytisoides*.

Keywords: *Lactuca sativa*, *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*, alternative control

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO GERAL

INTRODUÇÃO

A cultura da alface

A alface (*Lactuca sativa* L.) pertence à família das Asteráceas e originou-se de espécies silvestres das regiões do sul da Europa e da Ásia Ocidental. É uma planta herbácea, muito delicada, com caule reduzido onde as folhas crescem em forma de roseta. Estas folhas são grandes e tenras, podendo ser lisas ou crespas, formando ou não cabeça. O sistema radicular é bastante ramificado explorando os primeiros 25 cm do solo (FILGUEIRA, 2000).

O cultivo da alface é realizado especialmente para obtenção das folhas que são consumidas cruas em saladas. Estas folhas são constituídas essencialmente por água, porém fornecem vitaminas importantes como A e C, além de minerais e fibras para a dieta humana. A alface possui, em grau moderado, ação sedativa ou calmante, antiespasmódica e que reduz a tosse, devido à presença de lactonas sesquiterpênicas (ALMEIDA, 2006).

As condições de clima que mais favorecem a fase vegetativa da alface são dias curtos e temperaturas amenas, podendo resistir a temperaturas baixas e a geadas leves (FILGUEIRA, 2000). O período de desenvolvimento dessa hortaliça folhosa, de ciclo anual curto, vai depender da época de plantio e da cultivar, pois, na primavera-verão o ciclo dura de seis a oito semanas e no inverno de 10 a 12 semanas. As diversas cultivares que são comercializadas possuem adaptação climática diferenciada. Entretanto, a temperatura ótima para a maioria está em torno de 15 a 20°C. Temperaturas muito elevadas prejudicam a qualidade da alface, tornando as folhas amargas e não-palatáveis (ALMEIDA, 2006).

A alface tolera baixa luminosidade e a interação entre a intensidade luminosa e temperatura vai influenciar na formação de cabeça. Diversos tipos de solo podem ser utilizados para o cultivo da alface, embora os mais usuais sejam aqueles friáveis e bem drenados, com textura franca ou argilosa e ricos em matéria orgânica. É sensível à acidez e o pH ótimo situa-se entre 6,5 e 7,2. A cultura é pouco exigente em nutrientes, porém, devido ao frágil desenvolvimento do sistema radicular e rápido crescimento da parte vegetativa, estes devem sempre estar facilmente disponíveis. Entretanto, é muito exigente em água, visto que, como a maioria das hortaliças, a parte utilizável é constituída por 90% de água (ALMEIDA, 2006).

A horticultura possibilita a geração de grande número de empregos, sobretudo devido a elevada exigência de mão-de-obra desde a semeadura até a comercialização. As hortaliças ocuparam em 2006, uma área de 773,2 mil hectares, produzindo aproximadamente 17,4 milhões de toneladas e gerando quase três milhões de empregos no campo (IBGE, 2006). Dentre as hortaliças folhosas, a alface se estaca como a de maior valor comercial no Brasil, sendo a sexta em importância econômica e oitava em termos de produção (OLIVEIRA et al., 2005).

O Brasil possui uma área de aproximadamente 35.000 hectares plantados com alface, caracterizados pela produção intensiva, pelo cultivo em pequenas áreas e por produtores familiares, gerando cerca de cinco empregos diretos por hectare (COSTA; SALA, 2005). Os estados de São Paulo e Minas Gerais são os maiores produtores de alface do país, sendo que somente São Paulo plantou 8.853,71 ha em 2009, produzindo o equivalente a 5.123,4 engradados (1 engradado=108 unidades de alface) (IEA, 2009). Na região Centro-Oeste, os maiores produtores são os municípios de Goiânia, Anápolis

e a microrregião do entorno de Brasília. No Distrito Federal, somente no mês de janeiro de 2011, foram comercializados 177.000 Kg de alface (CEASA-DF, 2011).

A região Nordeste produziu 55.841 t de alface no ano de 2006, sendo o estado de Pernambuco responsável por 22,4% desta produção (IBGE, 2006). Os principais municípios produtores neste estado são: Vitória de Santo Antão com 7.451 t, Chã Grande com 380 t e Camocim de São Felix com 30 t (IBGE, 2006).

Podridão mole da alface e agente etiológico

A podridão mole ocorre em diversos hospedeiros no campo ou em pós-colheita, tanto no armazenamento como no transporte (PÉROMBELON; KELMAM, 1980). Embora algumas bactérias, incluindo saprofíticas e fitopatogênicas, possuam a habilidade de produzir enzimas que degradam a parede celular, poucas podem estar associadas à podridão de tecidos vivos de plantas (PÉROMBELON; SALMOND, 1995). Dentre estas, se encontra o grupo das pectobactérias, assim chamadas por produzirem enzimas pectinolíticas. As perdas econômicas causadas pelas pectobactérias podem ser muito grandes, variando com o valor da cultura, severidade do ataque, condições ambientais, espécies e subespécies envolvidas, condições de cultivo, armazenamento, transporte e comercialização dos produtos (JABUONSKI; REIFSCHNEIDER; TAKATSU, 1988; PÉROMBELON; KELMAM, 1980).

Dentre as bacterioses da alface, se destaca a podridão mole causada por *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* (Jones) Hauben et al. Em Pernambuco esta doença causa grandes prejuízos econômicos em plantios de alface e couve-chinesa (*Brassica pekinensis* L.). No ano de 2004, levantamento sobre a podridão mole nas mesorregiões da Mata e Agreste pernambucanos, constatou em todas as áreas

produtoras amostradas prevalências de 42,9 e 100%, respectivamente para alface e couve-chinesa. A incidência da doença variou de 0 a 22% para a cultura da alface e de 1 a 67% para a cultura da couve-chinesa (SILVA et al., 2007).

Bactérias do gênero *Pectobacterium* pertencem à família Enterobacteriaceae, têm forma de bastonete, Gram negativas, flagelos peritríquios, anaeróbicas facultativas, podem ser isoladas ou cultivadas em meio de cultura CVP (cristal-violeta-pectato) para detectar atividade pectinolítica, em meio de cultura CPG (casamino ácido-peptona-glicose) para diferenciação pelo aspecto das colônias (MARIANO et al., 2005) ou pode-se utilizar o fruto do pimentão como meio parcialmente seletivo (MARIANO; SILVEIRA, 2005). As pectobactérias são conhecidas por causarem extensa maceração do tecido infectado e essa habilidade é dependente da produção de uma grande quantidade de enzimas como pectato liases, pectina liases, poligalacturonases, celulases e proteases (DUARTE; EL TASSA, 2003).

O sintoma principal da podridão mole em alface é a murcha das folhas, seguida de extensa necrose amolecida na região da coroa. A lesão pode se estender para a parte superior do caule por meio da medula e causar o apodrecimento e toda a planta. Os tecidos apodrecidos podem ser colonizados por micro-organismos secundários, conferindo a eles um odor desagradável (LOPES; QUEZADO-DUVAL; REIS, 2010).

As condições ideais para *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* infectar plantas no campo são temperatura elevada (próxima de 30°C) e alta umidade do solo. A bactéria não é transmitida pela semente, mas é capaz de sobreviver no solo em restos culturais, em superfícies de equipamentos, na água (LOPES; QUEZADO-DUVAL; REIS, 2010), como epifítica na filosfera de plantas hospedeiras, em material de plantio, em associação com ervas daninhas ou na rizosfera de plantas cultivadas, sendo essas

últimas as principais fontes de inóculo primário desta bactéria. Dissemina-se facilmente pela água, raízes e tubérculos infectados, insetos, tratos culturais, homem e implementos agrícolas (PÉROMBELON; KELMAN, 1980; GOTO, 1992). Ferimentos na planta são uma condição necessária para que ocorra a infecção (LOPES; QUEZADO-DUVAL; REIS, 2010). A incidência da doença aumenta marcadamente quando as hospedeiras são feridas em função de práticas culturais, ventos fortes, contato entre plantas e insetos (GOTO, 1992).

Para o controle dessa doença no verão recomenda-se: realizar plantios em solos leves ou em camalhões, evitando o acúmulo de água na base da planta; não utilizar cobertura de plástico preto, que aumenta a temperatura do solo; utilizar espaçamentos maiores que permitam a aeração entre plantas; adubar com base em análise de solo, evitar principalmente excesso de nitrogênio; controlar a irrigação, evitando excessos de água no solo; evitar ferimentos nas plantas durante o manuseio e controlar os insetos que danificam as folhas; proteger o corte do caule logo após a colheita, pulverizando a superfície cortada com solução de hipoclorito de sódio; fazer rotação de culturas por pelo menos dois anos, de preferência com gramíneas para reduzir a população do patógeno no solo (LOPES; QUEZADO-DUVAL; REIS, 2010). O oxiclureto de cobre é recomendado para o controle da doença na cultura da alface (MAPA, 2003). No manejo integrado de doenças o uso de cultivares resistentes é um controle viável para o produtor e não prejudicial ao meio ambiente. Porém, até o momento ainda não existe registro de cultivares de alface resistentes à podridão mole.

Controle alternativo

O controle de doenças, pragas e plantas invasoras ainda representa um grande desafio na busca por uma agricultura sustentável. A conscientização acerca dos problemas ambientais causados pelo uso dos agroquímicos, e conseqüente busca pela redução do seu uso, permite o avanço das pesquisas na obtenção de tecnologias e produtos, vários deles já utilizados no passado de forma empírica, para o manejo fitossanitário (SILVA et al., 2010).

O controle denominado alternativo é aquele que, para prevenir doenças em plantas, utiliza produtos que não sejam agroquímicos. O uso de óleos e extratos vegetais ou de metabólitos secundários de plantas é uma ferramenta a mais a ser incorporada, tanto nos sistemas alternativos de produção de alimentos quanto nos sistemas convencionais, como forma de aumentar a sustentabilidade e segurança dos mesmos (SILVA et al., 2010). Muitas vezes, estes produtos vegetais têm maior atividade antibacteriana do que os antibióticos de uso agrícola. Este fato foi observado por Costa et al. (2008), quando constataram que o óleo puro de citronela *Cymbopogon winterianus* Jowitt foi mais efetivo do que o antibiótico tetraciclina na inibição do crescimento de seis isolados de *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*, e quando diluído apresentou concentração inibitória mínima de 1% para todos os isolados.

Outras pesquisas com o agente causal da podridão mole tem sido realizadas in vitro, com bons resultados. Assim, Dorman e Deans (2000) observaram halos de inibição de 35 mm e 32 mm no crescimento de *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*, na presença do óleo essencial de *Thymus vulgaris* L.(tomilho) e timol, respectivamente. No entanto, em alguns casos, estes estudos demonstraram resposta dose-dependente, como o do óleo de capim-limão sobre três isolados de *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*,

observando-se a completa inibição do crescimento na dose de 1% (JEONG et al., 2009). Também Costa et al. (2009) verificaram que só nas maiores concentrações (2, 4 e 8%) o óleo essencial de *Ocimum basilicum* L. (manjeriço) atuou sobre *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*, com formação de halos que variaram entre 10 e 17 mm.

Além da resposta dose dependente, foi ainda verificado que a época da coleta influencia a atividade antimicrobiana dos extratos. Desta forma, extratos vegetais de *Humulus lupulus* L. (lúpulo) coletados em três épocas de cultivo foram testados no controle *in vitro* de *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*. Bons resultados foram obtidos do material coletado no mês de junho no qual os halos de inibição formados variaram entre 3 (cv. Bor) e 6 mm (cv. Zlatan) (URGEOVÁ; POLÍVKA, 2009).

Outras bactérias fitopatogênicas têm sido estudadas quanto à sensibilidade a óleos e extratos vegetais. O óleo de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf (capim-limão) foi testado por Paret et al. (2010) nas concentrações 0,07 e 0,14%, inibindo em 100% o crescimento de *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi et al. raça 4 após 48 h de incubação. Já Vigo-Schultz et al. (2006), avaliaram a eficácia da tintura etanólica de *Mikania glomerata* Spreng (guaco) sobre *X. campestris* pv. *campestris* (Pammel) Dowson e observaram inibição de 38% na concentração 1000 mg L⁻¹ e de 24% na concentração 500 mg L⁻¹. Kuhn et al. (2006) ao estudar extratos de *Curcuma longa* L. (cúrcuma) oriundos de diferentes municípios, observaram diferenças de atividade. O extrato proveniente de Mercedes reduziu o crescimento *in vitro* de *X. axonopodis* pv. *manihotis* (Berthet & Bondar) Dye a partir da concentração de 5%, sendo que a inibição total do crescimento foi observada nas concentrações entre 10 e 20%. Já os materiais de Jaboticabal e Mara Rosa só inibiram 100% do crescimento bacteriano nas concentrações de 15% e 20%, respectivamente. Este trabalho adiciona mais um fator importante no

uso de produtos vegetais, que é a influência do ecossistema de cultivo ou crescimento da planta sobre a atividade das substâncias antimicrobianas produzidas.

Na literatura consultada, não foram encontrados relatos de testes da atividade de produtos vegetais do bioma caatinga frente a bactérias fitopatogênicas. No entanto, Lima et al. (2010) avaliaram o efeito de extratos das plantas da caatinga: *Lippia microphylla* Cham. (alecrim do campo), *Astronium urundeuva* Engl. (aroeira) e *Mimosa hostilis* Mart. (jurema preta) sobre o crescimento do fungo *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl., observando um percentual de controle de 100%, 46% e 30%, respectivamente, após três dias de avaliação.

Não foram encontradas pesquisas sobre os efeitos de óleos essenciais e extratos vegetais no controle da podridão mole em alface. No entanto, dados promissores têm sido obtidos para outros patossistemas envolvendo bactérias fitopatogênicas. Kowalska e Smolinska (2008) observaram redução no desenvolvimento da podridão mole (56%) em bulbos de *Allium cepa* L. (cebola) polvilhados com sementes moídas de *Brassica rapa* L. (nabo) cv. Kana e inoculados com *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*, assim como uma redução na doença de 28% em bulbos tratados com extrato aquoso de *Solanum lycopersicum* L. (tomateiro) cv. Remiz. Por sua vez, Vigo-Schultz et al. (2006) observaram redução da severidade da podridão negra (*X. campestris* pv. *campestris*) em couve-flor *Brassica oleracea* L. quando a tintura etanólica de *Mikania glomerata* Spreng (guaco) nas concentrações 1000 e 500 mg L⁻¹ foram aplicadas simultaneamente à inoculação do patógeno. A eficiência do extrato aquoso de *Tamarindus indica* L. (tamarindo) para redução da severidade do cancro cítrico (*X. axonopodis* pv. *citri* Vauterin) em limoeiros *Citrus limon* L. foi constatada por Leksomboon, Thaveechai e Kositratana (2001). Esse mesmo extrato reduziu em mais de 60% a infecção de plantas

no campo. As tinturas de *Lippia alba* (Mill) N. E. Brown (lípia), guaco, *Equisetum hyemale* L. (cavalinha) e *Hedera helix* L. (hera) foram muito eficientes no controle do cretamento bacteriano comum do feijoeiro *Phaseolus vulgaris* L. causado por *X. axonopodis* pv. *phaseoli* (Smith) Dye, o que reduziu a área abaixo da curva de progresso da doença, sendo esses resultados dependentes das dosagens e épocas de aplicação (VIGO et al., 2009).

Além de fitobacterioses, alguns trabalhos *in vivo* foram realizados com fungos fitopatogênicos. Itako et al. (2009) verificaram em folhas de tomateiro tratadas com extratos brutos aquosos de *Artemisia camphorata* Vill. (cânfora-de-jardim), *Rosmarinus officinalis* L. (alecrim) e *Achillea millefolium* L. (mil-folhas) menor número de lesões provocados por *Cladosporium fulvum* Cooke. Também foi observado por Rodrigues et al. (2007) menor incidência (26%) da podridão de esclerotínia em plantas de alface tratadas com massa de *Zingiber officinale* Roscoe (gengibre). Já Médice et al. (2007), verificaram que o óleo de *Eucalyptus citriodora* Hook (eucalipto citriodora) reduziu em mais de 50% a severidade da ferrugem asiática da *Glycine max* L. (soja) e mostrou efeito direto sobre o patógeno.

Índices de qualidade em produtos vegetais

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), a pós-colheita se inicia no momento da separação do produto comestível da planta mãe por ato deliberado, com a intenção de utilizá-lo como alimento e termina quando esse produto é submetido ao processo de preparação para o consumo final.

No caso da utilização de produtos alternativos para o controle de doenças em hortaliças comestíveis *in natura*, como as folhosas e, principalmente, a alface, é

necessário determinar se os tratamentos utilizados irão alterar a qualidade do produto em produtos vegetais. Dentre os índices de qualidade mais importantes encontram-se as características físico-químicas: sólidos solúveis, vitamina C, acidez titulável e pH.

Os sólidos solúveis expressam a quantidade de sólidos dissolvidos no suco das plantas, sendo comumente designados como °Brix e determinados por refratômetro. Em sua composição 65 a 85% são açúcares, podendo ser usado como uma medida indireta desses componentes (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Durante o amadurecimento e armazenamento, os açúcares juntamente com os ácidos orgânicos compõem o sabor de frutas e hortaliças (LEMOS, 2006). Durante o processo de amadurecimento de frutas e hortaliças, os teores de sólidos solúveis tendem a aumentar pela biossíntese, degradação de polissacarídeos das paredes celulares ou pela excessiva perda de água, levando a um maior acúmulo de açúcares (MATTO et al., 1995; CHITARRA; CHITARRA, 2005; LEMOS, 2006).

O Ácido ascórbico (vitamina C) desempenha um papel crucial na nutrição humana na prevenção do escorbuto. Basicamente, toda a vitamina C da dieta do homem é obtida a partir de frutas e hortaliças. O requerimento diário do homem com relação à vitamina C é de cerca de 50 mg e muitos frutos contem esta quantidade em menos que 100 g de tecido (BOAS, 1999). O teor de vitamina C tende a diminuir com a maturação e com o armazenamento de muitas hortaliças, devido à atuação da enzima do ácido ascórbico oxidase (ascorbinase), ou pela ação de enzimas oxidantes como a peroxidase. Essa vitamina encontra-se em tecidos vegetais na forma reduzida como ácido ascórbico (AA), ou na forma oxidada, como ácido deidroascórbico (DHA), ambos com atividade vitamínica. No entanto, a degradação do DHA para ácido 2,3-dicetogulônico leva à perda da atividade biológica e esse, através de outras reações químicas, produz

pigmentos escuros que depreciam a aparência do produto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A acidez titulável de um produto é expressa pelo teor de seu principal ácido orgânico. No caso de folhosas como a alface, geralmente é expressa em porcentagem de ácido cítrico. A acidez é determinada por titulação do suco com hidróxido de sódio (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Os ácidos orgânicos servem de substrato para a respiração e encontram-se dissolvidos nos vacúolos das células tanto na forma livre, como combinada com sais, ésteres e glicosídeos. Estes ácidos contribuem não só para a acidez, bem como para o aroma característico do produto, pois alguns componentes são voláteis. O teor de ácidos orgânicos tende a diminuir com o tempo, devido à sua oxidação no ciclo de Krebs, em decorrência do processo de respiração ou de sua conversão em açúcares, em função da maior demanda energética pelo aumento do metabolismo (CHITARRA; CHITARRA, 2005; LEMOS, 2006).

O pH (potencial hidrogeniônico) representa o inverso da concentração de íons hidrogênio (H^+) em um dado material. Sua determinação pode ser realizada com auxílio de papel indicador ou de potenciômetro. Os ácidos orgânicos presentes nos tecidos vegetais podem se encontrar na forma livre ou esterificada (metila, propila, hexila, entre outros). Os ácidos fracos livres, na presença de sais de potássio, apresentam pequena variação no pH em função do equilíbrio estabelecido no sistema. Na célula, esses ácidos encontram-se associados com sais de potássio e constituem sistemas tampões, que têm importante papel, particularmente na regulação da atividade enzimática (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A capacidade-tampão de alguns sucos permite que ocorram grandes variações na acidez titulável, sem variações apreciáveis no pH. Contudo, numa faixa de concentração de ácidos entre 2,5 e 0,5%, o pH aumenta com a redução da acidez, sendo

utilizado como indicativo de variação. Uma pequena variação nos valores de pH é bem detectável nos testes organolépticos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Influência de diferentes tratamentos nas características físico-químicas de alface

Menezes, Fernandes e Sabaa-Srur (2005) trabalhando com folhas de alface cv. Lisa, minimamente processadas e armazenadas em atmosfera modificada, encontraram teores de sólidos solúveis que variaram entre 0,18 e 0,33 °Brix. Yagui (2008) verificou nos sistemas convencional e orgânico de alface cv. Lisa diferença entre os teores de sólidos solúveis que foram de 2,81 e 3,25 °Brix, respectivamente. Marin et al. (2010) quando avaliaram o efeito do 1-metilciclopropeno na conservação de folhas de alface americana minimamente processadas, não observaram variação no teor de sólidos solúveis (1,5 °Brix) até o final do armazenamento.

Freire et al. (2009) observaram que os teores de vitamina C em alface crespa cv. Veneranda variaram entre 35 e 40 mg 100 g⁻¹ em diferentes níveis de salinidade. Ohse et al. (2001) encontraram diferença significativa entre teores médios de vitamina C de seis cultivares de alface cultivadas em sistemas convencional (28,28 mg 100 g⁻¹) e hidropônico (31,42 mg 100 g⁻¹). Também Yagui (2008), quando trabalhou na produção de alface cv. Lisa em sistema convencional e orgânico encontrou teores de vitamina C de 23,02 e 24,00 mg 100 g⁻¹ respectivamente, sem diferença significativa. Já Bezerra Neto et al. (2006), observaram teores médios de vitamina C nas folhas de alface cv. Tainá de 25,7 mg 100 g⁻¹, e verificaram que esta variável decresceu em função do aumento populacional da alface, quando cultivada em consórcio com plantas de cenoura *Daucus carota* L.

Quando Alcântara (2009) utilizou o sanitizante ácido peracético a $100 \mu\text{L L}^{-1}$ em folhas de alface cv. Verônica, observou redução na acidez de 0,14% e aumento significativo no pH de 6,03 para 6,36. Do mesmo modo, Freire et al. (2009) avaliando diferentes níveis de salinidade no cultivo da alface cv. Veneranda, observaram que a diminuição na acidez foi dose dependente e chegou a 0,07%. Este valor de acidez confirmou o aumento do pH que também foi dose dependente chegando a 6,1. Yagui (2008) ao produzir alface cv. Lisa nos sistemas de produção convencional e orgânico, encontrou valores de acidez 0,06 e 0,09 e de pH 7,04 e 6,37, respectivamente, com diferença significativa apenas para o pH.

Considerando a importância da podridão mole como fator limitante para a produção de alface em algumas áreas do estado de Pernambuco e a dificuldade de medidas efetivas de controle para esta doença, este trabalho objetivou avaliar o efeito de óleos essenciais e extratos vegetais no controle da podridão mole em alface, bem como, avaliar a influência desses produtos em características físico-químicas dessa hortaliça.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, D. **Manual de culturas hortícolas**. Lisboa: Presença, 2006. 346 p.

ALCÂNTARA, E. M. **Caracterização física, química e microbiológica de morango, alface e cenoura orgânicos**. 2009. 107f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

BEZERRA NETO, F.; BARROS JÚNIOR, A. P.; SILVA, E. O.; NEGREIROS, M. Z.; OLIVEIRA, E. Q.; SILVEIRA, L. M.; CÂMARA, M. J. T.; NUNES, G. H. S. Qualidade nutricional de cenoura e alface cultivadas em Mossoró-RN em função da densidade populacional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 4, p. 476-480, 2006.

BOAS, E. V. V. **Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de frutos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. 75p.

CENTRAL DE ABASTECIMENTO. **Mercado: boletim mensal**. Distrito Federal: Central de Abastecimento, 2011. Disponível em: <http://www.ceasa-df.org.br/mercado.htm>. Acesso em: 20 de janeiro 2011.

COSTA, C. P.; SALA, F. C. A evolução da alfacultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 22-27, 2005.

COSTA, C. M. G. R.; SANTOS, M. S.; BARROS, H. M. M.; AGRA, P. F. M.; FARIAS, M. A. A. Óleo essencial de citronela no controle da bactéria fitopatogênica *Erwinia carotovora*. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 2, n. 2, p. 11-14, 2008.

COSTA, C. M. G. R.; SANTOS, M. S.; BARROS, H. M. M. AGRA, P. F. M.; FARIAS, M. A. A. Efeito inibitório do óleo essencial de manjeriço sobre o crescimento *in vitro* de *Erwinia carotovora*. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 3, n. 3, p. 35-38, 2009.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

DUARTE, V.; EL TASSA, S. O. M. Taxonomia do gênero *Pectobacterium*. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 11, p. 1-41, 2003.

DORMAN, H. J. D.; DEANS, S. G. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v. 88, n. 10, p. 308-316, 2000.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.

FREIRE, A. G.; OLIVEIRA, F. A.; CARRILHO, M. J. S. O.; OLIVEIRA, M. K. T.; FREITAS, D. C. Qualidade de cultivares de alface produzida em condições salinas. **Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 81-88, 2009.

GOTO, M. **Fundamentals of bacterial plant pathology**. San Diego: Academic Press, 1992. 324p.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Banco de dados: área e produção dos principais produtos da agropecuária**, São Paulo: Instituto de Economia Agrícola, 2009. Disponível em:
<http://www.iea.sp.gov.br/out/banco/menu.php>. Acesso em: 30 de novembro de 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **SIDRA 01: Situação da produção e área de hortaliças no Brasil**, Recife: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006. Disponível em:
<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela>. Acesso em: 10 de dezembro, 2010.

ITAKO, A. T.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; TOLENTINO JÚNIOR, J. B.; CRUZ, M. E. S. Controle de *Cladosporium fulvum* em tomateiro por extratos de plantas medicinais. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 1, p. 75-83, 2009.

JABUONSKI, R. E.; REIFSCHNEIDER, F. J. B.; TAKATSU, A. Influência da temperatura no dano causado por *Erwinia* spp. em tubérculos de batateira. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 13, p. 317-319, 1988.

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**, Seoul, v. 37, n. 1, p. 48-52, 2009.

KUHN, O. J.; PORTZ, R. L.; STANGARLIN, J. R.; DEL ÁGUILA, M.; SCHWAN-

- ESTRADA, K. R. F.; FRANZENER, G. Efeito do extrato aquoso de cúrcuma (*Curcuma longa*) em *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis*. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 1, p. 13-20, 2006.
- KOWALSKA, B.; SMOLINSKA, U. The effect selected plant materials and extracts on the development of bacterial diseases on onion. **Vegetable Crops Research Bulletin**, Skierniewice, v. 68, p. 33-45, 2008.
- LEMOS, O. L. **Utilização de biofilmes comestíveis na conservação pós-colheita do pimentão ‘Magali R’**. 2006. 115f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2006.
- LEKSOMBOON, C.; THAVEECHAI, N.; KOSITRATANA, W. Potential of plant extracts for controlling citrus canker of lime. **Kasetsart Journal: Natural Science**, Bangkok, v. 35, n. 2, p. 392-396, 2001.
- LIMA, J. S.; PEREZ, J. O.; BARROS, P. N.; AZEVEDO, L. C.; MENDES, R. B.; PESSOA, R. A. Ação fungitóxica de extratos vegetais de plantas da caatinga sobre o crescimento micelial de *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl. em *Vitis vinifera* L. In: CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 5., 2010. Resumo expandido...Maceió: CONNEPI, 2010. p. 23-26.
- LOPES, C. A.; QUEZADO-DUVAL, A. M.; REIS, A. Doenças de raiz e caule. In: LOPES, C. A.; QUEZADO-DUVAL, A. M.; REIS, A (Eds.). **Doenças da alface**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2010. p. 11-28.
- MARIANO, R. L. R.; SILVEIRA, E. B. Isolamento de bactérias fitopatogênicas In: MARIANO, R. L. R.; SILVEIRA, E. B. (Coords.). **Manual de práticas em fitobacteriologia**. 2ª. ed. Recife: UFRPE, 2005. p. 23-33.
- MARIANO, R. L. R.; SILVEIRA, E. B.; ASSIS, S. M. P.; GOMES, A. M. A. Identificação de bactérias fitopatogênicas In: MARIANO, R. L. R.; SILVEIRA, E. B. (Coords.). **Manual de práticas em fitobacteriologia**. 2ª. ed. Recife: UFRPE, 2005. p. 67-111.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2003. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. Acesso em: 12 de dezembro de 2010.

MARIN, T.; MONTANUCCI, J. R.; BENASSI, M. T.; YAMASHITA, F. Embalagem ativa para alface americana (*Lactuca sativa* L.) minimamente processada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 653-660, 2010.

MATTO, A. K.; MURATA, T.; PANTASTICO, E. B.; CHACHIN, K.; OGATA, K.; PHAN, C. T. Chemical changes during ripening and senescence. In: PANTASTICO, E.B. (Ed). **Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables**. Westport: The AVI Publishing, 1995. p. 103-127.

MÉDICE, R.; ALVES, E.; ASSIS, R. T.; MAGNO JÚNIOR, R. G.; LOPES, E. A. G. L. Óleos essenciais no controle da ferrugem asiática da soja *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 83-90, 2007.

MENEZES, E. M. S.; FERNANDES, E. C.; SABAA-SRUR, A. U. O. Folhas de alface lisa (*Lactuca sativa*) minimamente processadas armazenadas em atmosfera modificada: análises físicas, químicas e físico-químicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 60-62, 2005.

OLIVEIRA, A. M. C.; PINTO, G. A. S.; BRUNO, L. M.; AZEVEDO, E. H. F. Avaliação da qualidade higiênico-sanitária de alface minimamente processada, comercializada em Fortaleza, CE. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 19, n. 135, p. 80-85, 2005.

OHSE, S.; NOGUEIRA FILHO, H.; MANFRON, P. A.; DOURADO-NETO, D. Composição centesimal e teores de vitamina C, cálcio e fósforo de seis cultivares de alface produzidas sob dois sistemas de cultivo. **Insula**, Florianópolis, v. 30, n. 1, p. 47-62, 2001.

PARET, M. L.; CABOS, R.; KRATKY, B. A.; ALVAREZ, A. M. Effect of plant essential oils on *Ralstonia solanacearum* race 4 and bacterial wilt of edible ginger. **Plant Disease**, St. Paul, v. 94, n. 5, p. 521-527, 2010.

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

PÉROMBELON, M. C. M.; SALMOND G. P. C. Bacterial soft rot. In: SINGH, U. S.; SINGH, R. P.; KOHMOTO, K. **Pathogenesis and host specificity in plant disease. Histopathological, biochemical, genetic and molecular bases**. Prokaryotes. Great Britain: Elsevier Science, 1995. v. 1, 321 p.

RODRIGUES, E.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; FIORI-TUTIDA, A. C.; STANGARLIN, J. R.; CRUZ, M. E. S. Fungitoxicidade, atividade elicitora de fitoalexinas e proteção de alface em sistema de cultivo orgânico contra *Sclerotinia sclerotiorum* pelo extrato de gengibre. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 2, p. 124-128, 2007.

SILVA, A. M. F.; MARIANO, R. L. R.; MICHEREFF, S. J.; SILVEIRA, E. B.; MEDEIROS, F. H. V. Levantamento da intensidade da podridão-mole em alface e couve-chinesa em Pernambuco. **Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 2, p. 84-93, 2007.

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.

URGEOVÁ, E.; POLÍVKA, L. Secondary metabolites with antibacterial effects from leaves of different hop cultivars during vegetal periods. **Nova Biotechnological**, Manassas, v. 9, n. 3, p. 327-332, 2009.

VIGO, S. C.; MARINGONI, A. C.; CAMARA, R. C.; LIMA, G. P. P. Ação de tinturas e óleos essenciais de plantas medicinais sobre o crestamento bacteriano comum do feijoeiro e na produção de proteínas de indução de resistência. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 35, n. 4, p. 293-304, 2009.

VIGO-SCHULTZ, S. C.; STANGARLIN, J. R.; FRANZENER, G.; PORTZ, R. L.; KUHN, O. J.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Avaliação da eficácia da tintura etanólica de guaco (*Mikania glomerata*) no controle da podridão negra (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*) em couve-flor. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 4, p. 515-524, 2006.

YAGUIU, P. **Qualidade de hortaliças e sustentabilidade de sistemas orgânicos em Sergipe**. 2008. 99f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal Sergipe, São Cristovão, 2008.

CAPÍTULO II

AÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS E EXTRATOS VEGETAIS SOBRE A PODRIDÃO MOLE EM ALFACE CRESPA

Ação de óleos essenciais e extratos vegetais sobre a podridão mole em alface crespa

Cristiane L Silva; Elineide B Souza; Kátia CS Felix; Alice MG Santos; Rosa LR Mariano

UFRPE - Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900 Recife-PE; clsagro@hotmail.com, rrbac@gmail.com

RESUMO

Avaliou-se o efeito de óleos essenciais e extratos vegetais no controle da podridão mole em alface, bem como, a influência desses produtos nas características físico-químicas desta hortaliça. Nos testes *in vitro*, discos de papel de filtro foram embebidos em 11 óleos essenciais e 20 extratos vegetais nas concentrações 0,0; 0,25; 0,50; 0,75 e 1% e 0,0; 10, 40, 70 e 100%, respectivamente, e depositados sobre meio de cultura contendo *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* (Pcc A1). Os halos de inibição foram mensurados após 24 e 48 h de incubação. Em casa de vegetação, plantas de alface cv. Veneranda foram tratadas com 11 óleos nas concentrações de 0,5 e 1%, 20 extratos na concentração de 10% e Mycoshield® (3g L⁻¹), sendo inoculadas com o isolado Pcc A1 após 72 h. Foi avaliada a severidade da doença com intervalo de seis horas até 48 h, calculando-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Em experimento similar, plantas tratadas com óleo de *Eucalyptus citriodora*, sete extratos e Mycoshield® foram analisadas quanto aos teores de sólidos solúveis, vitamina C, acidez titulável e pH. Pcc A1 não foi inibido *in vitro*. Dois óleos (*E. citriodora* e *C. sinensis*) e sete extratos (*Parkinsonia aculeata*, *Chamaecrista cytisoides*, *Sida galherensis*, *Polygala violaceae*, *C. desvauxii* e *Pityrocarpa moniliformis*) reduziram significativamente a severidade da doença em relação à testemunha, não diferindo do controle Mycoshield®. Já a AACPD foi reduzida por oito óleos e dez extratos. Destacaram-se com eficiência similar ao Mycoshield® e diferindo da testemunha (7,5 e

32 132,3) nas duas variáveis analisadas, o óleo de *E. citriodora* a 0,5 % e o extrato de *S.*
33 *galherensis* a 10% com severidades de 3,6 e 3,5 e AACPD de 83,35 e 88,25,
34 respectivamente. Os teores de vitamina C, acidez titulável e pH não foram alterados em
35 folhas de alface tratadas com óleo de *E. citriodora* e extratos de *P. aculeata* e *C.*
36 *cytisoides*.

37

38 **Palavras-chave:** *Lactuca sativa*, *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*,
39 controle alternativo

40

41

ABSTRACT

42

Action of essential oils and plant extracts on the soft rot of crispy lettuce

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

It was evaluated the effect of oils and plant extracts for controlling soft rot in lettuce and assessed the influence of these products in physico-chemical characteristics of this vegetable. In the *in vitro* tests, filter paper discs were soaked in eleven essential oils (0.0, 0.25, 0.50, 0.75 and 1%) and twenty plant extracts (10, 40, 70 and 100%) being deposited on a culture medium containing *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* (strain Pcc A1). The zones of inhibition were measured after 24 and 48 h of incubation. In the greenhouse, plants of cv. Veneranda were treated with eleven oils (0.5 and 1%), twenty extracts (10%) and Mycoshield® (3g L⁻¹) and after 72 h were inoculated with Pcc A1. We evaluated the disease severity with an interval of six hours until 48 h, and the area under the disease progress curve (AUDPC) was calculated. In a similar experiment plants treated with *Eucalyptus citriodora* oil, seven plant extracts and Mycoshield® were analyzed for soluble solids, vitamin C, acidity and pH. Strain Pcc A1 was not inhibited *in vitro*. Two oils (*E. citriodora* and *C. sinensis*) and seven extracts (*Parkinsonia aculeata*, *Chamaecrista cytisoides*, *Sida galherensis*, *Polygala violaceae*, *C. desvauxii* and *Pityrocarpa moniliformis*) significantly reduced disease severity in relation to control, without differ from Mycoshield®. On the other hand AACPD was reduced by eight oils and ten extracts. It is worth to notice that severity and AUDPC were reduced by eucalyptus oil at 0.5% (3.6, 83.35) and by the extract of *S. galherensis* (3.5, 88.25) with the same efficiency as Mycoshield® when compared with control (7.5, 132.3). The levels of vitamin C, acidity and pH were not altered in

63 leaves of lettuce treated with eucalyptus oil and extracts of *P. aculeata* and *C.*
64 *cytisoides*.

65

66 **Keywords:** *Lactuca sativa*, *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*,
67 alternative control

68

69 **(Recebido para publicação em; aceito em)**

70

71

INTRODUÇÃO

72

73 A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma hortaliça muito cultivada especialmente por
74 suas folhas que são consumidas cruas em saladas. No Brasil, destaca-se por seu grande
75 valor comercial, sendo a sexta hortaliça em importância econômica e oitava em termos
76 de produção (Oliveira *et al.*, 2005). Alguns fatores têm limitado o rendimento, a
77 lucratividade e o sucesso da produção de alface, estando as doenças entre os mais
78 importantes, com destaque para a podridão mole causada por *Pectobacterium*
79 *carotovorum* subsp. *carotovorum* (Jones) Hauben *et al.* No ano de 2004, levantamento
80 sobre esta doença nas mesorregiões da Mata e Agreste pernambucano, constatou em
81 todas as áreas produtoras amostradas uma prevalência de 42,9%. A incidência da
82 doença em alface variou de 0 a 22% (Silva *et al.*, 2007). A podridão mole causa grandes
83 perdas uma vez que *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* tem elevada capacidade de
84 sobrevivência, ampla gama de hospedeiros, alta variabilidade e não existem
85 agroquímicos eficientes para seu controle.

86

87 O controle de doenças, pragas e plantas invasoras ainda representa um grande
88 desafio na busca por uma agricultura sustentável. A conscientização acerca dos
89 problemas ambientais causados pelo uso dos agroquímicos, e consequente busca pela
90 redução do seu uso, permite o avanço das pesquisas na obtenção de tecnologias e
91 produtos, vários deles já utilizados no passado de forma empírica, para o manejo
92 fitossanitário (Silva *et al.*, 2010). Nesse contexto, o uso de óleos e extratos vegetais ou
93 de metabólitos secundários de plantas é uma ferramenta a mais a ser incorporada nos
94 sistemas alternativos de produção de alimentos e nos sistemas convencionais como
forma de aumentar a sustentabilidade e segurança dos mesmos (Silva *et al.*, 2010).

95 Vários autores estudaram os efeitos de óleos vegetais sobre o agente causal da
96 podridão mole. Costa *et al.* (2008) constataram que o óleo puro de citronela
97 (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) foi mais efetivo do que o antibiótico tetraciclina na
98 inibição do crescimento de seis isolados de *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*.
99 Também Jeong *et al.* (2009), observaram atividade inibitória do óleo essencial de
100 capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf) sobre três isolados de *P. carotovorum*
101 subsp. *carotovorum*, com completa inibição do crescimento após 48 h de incubação.

102 Nenhum trabalho foi encontrado na literatura consultada utilizando óleos ou
103 extratos vegetais para controle da podridão mole em alface, embora haja um relato do
104 controle desta doença em cebola. Neste caso, observou-se redução no desenvolvimento
105 da podridão mole (56%) em bulbos de *Allium cepa* L. (cebola) polvilhados com
106 sementes moídas de nabo (*Brassica napus* L.) cv. Kana e inoculados com *P.*
107 *carotovorum* subsp. *carotovorum*, assim como uma redução na doença de 28% em
108 bulbos tratados com extrato aquoso de tomateiro (*Solanum lycopersicon* L.) cv. Remiz
109 (Kowalska & Smolinska, 2008).

110 No caso da utilização de produtos alternativos para o controle de doenças em
111 hortaliças comestíveis *in natura*, como as folhosas e principalmente, a alface, é
112 necessário determinar se os tratamentos utilizados não irão alterar a qualidade do produto
113 vegetal. Dentre os índices de qualidade mais importantes encontram-se as características
114 físico-químicas: sólidos solúveis, vitamina C, acidez titulável e pH. Não foram
115 encontrados padrões de teores desejáveis para estas variáveis. Entretanto, Yagui (2008)
116 obteve para alface cv. Lisa cultivada em sistema convencional, valores médios de sólidos
117 solúveis, vitamina C, acidez titulável e pH de 2,81; 23,02; 0,06 e 7,0, respectivamente.

118 Devido à importância da podridão mole como fator limitante para a produção de
119 alface em algumas áreas do estado de Pernambuco e a dificuldade de medidas efetivas
120 de controle para esta doença, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de óleos e
121 extratos vegetais no controle da doença, bem como, avaliar a influência desses produtos
122 em características físico-químicas desta hortaliça.

123

124

MATERIAL E MÉTODOS

125

126 **Obtenção do isolado de *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum***

127 O isolado de *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* (Pcc A1) foi obtido de planta
128 de alface com sintomas de podridão mole em plantio no município de Chã Grande,
129 Pernambuco, Brasil e preservado em água esterilizada (Mariano & Silveira, 2005). Para
130 utilização nos experimentos, o isolado foi cultivado em meio CPG (caseína hidrolisada
131 1 g, peptona 10 g, dextrose 10 g, ágar 18 g, água destilada 1000 mL) pelo método de
132 estrias (Mariano & Silveira, 2005) por 48 h a temperatura de 28°C. Após este período,
133 água destilada esterilizada foi adicionada a placa de Petri contendo o crescimento
134 bacteriano e a concentração da suspensão foi ajustada em fotocolorímetro (Analyser®) a
135 570 nm de absorvância ($A_{570\text{nm}}$), de acordo com equação pré-estabelecida, onde $A_{570} =$
136 0,36 equivale a $1,0 \times 10^9$ UFC mL⁻¹.

137 **Plantio**

138 Os experimentos foram realizados com a alface crespa cv. Veneranda
139 usualmente cultivada nas áreas produtoras da Mesorregião da Mata Pernambucana.
140 Plântulas desta cultivar, com 20 dias, foram adquiridas comercialmente em Natuba, área
141 rural de Vitória de Santo Antão, PE. O transplante foi realizado imediatamente para
142 vasos com capacidade de 1000 mL contendo a mistura solo esterilizado e húmus, na
143 proporção 1:1 (v:v) e as plântulas foram mantidas em casa de vegetação, onde a
144 temperatura variou de 25 a 30°C, sendo irrigadas conforme necessário.

145

146 **Obtenção dos óleos essenciais e extratos vegetais**

147 **Óleos essenciais**

148 Os óleos essenciais de canela (*Cinnamomum zeylanicum* Benth.), bergamota
149 (*Citrus aurantium* var. *bergamia* L.), manjeriço (*Ocimum basilicum* L.), gengibre
150 (*Zingiber officinale* Roscoe), eucalipto citriodora (*Eucalyptus citriodora* Hook),
151 eucalipto globulus (*Eucalyptus globulus* Labill), capim-limão (*C. citratus*), limão
152 (*Citrus limon* Risso.) laranja-doce (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), erva-doce (*Foeniculum*
153 *vulgare* Mill), sálvia-esclaráia (*Salvia sclarea* L.) da marca Bioessência (Jaú, São Paulo,
154 Brasil) foram adquiridos em estabelecimento comercial. Estes óleos foram armazenados
155 em laboratório a temperatura de 25 ± 2 °C.

156

157 Extratos vegetais

158 As espécies vegetais (folhas, ramos, frutos) foram coletadas de junho/2009 a
159 setembro/2010, no Parque Nacional do Catimbau (Buíque, Tupanatinga e Ibimirim, PE)
160 e Estação Experimental do IPA (Serra Talhada, PE) (Tabela 1). Os órgãos vegetais
161 foram desidratados em estufa a 40°C durante 48 h, quando se realizou a trituração do
162 material que foi armazenado em vidros com tampas de rosca até o preparo do extrato
163 hidra-alcoólico. Para isto, 1 g de cada material foi adicionado a 9 mL de álcool etílico a
164 70% por 24 h no escuro, seguindo-se filtração em gaze esterilizada, sendo o filtrado
165 colocado em estufa a 50°C por 72h para a completa evaporação do solvente (álcool
166 etílico a 70%). A partir do peso do extrato bruto resultante, denominado rendimento, foi
167 calculada a quantidade de água a ser adicionada para ressuspensão e obtenção do extrato
168 a 100% (Cunico *et al.*, 2003; Leite *et al.*, 2006; Michelin *et al.*, 2008). Estes extratos
169 foram armazenados em frascos de vidro cor âmbar, a temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ por três
170 meses.

171

172 Efeito dos óleos essenciais e extratos vegetais sobre o crescimento de
173 *Pectobacterium carotovorum* subsp. *Carotovorum*

174

175 Para realizar o teste do antibiograma a suspensão bacteriana foi preparada
176 conforme já descrito e uma alíquota de 2 mL foi adicionada a cada 100 mL de meio
177 CPG fundente, homogeneizado e distribuído em placas de Petri. Cinco discos
178 esterilizados de papel filtro Whatman nº1, contendo os 11 óleos essenciais nas
179 concentrações 0,0 (testemunha com água esterilizada), 0,25; 0,5; 0,75 e 1% foram
180 distribuídos equidistantes em cada placa. A incubação foi feita a 29°C e a avaliação
181 realizada após 24 e 48 h medindo-se os halos de inibição com o paquímetro. O
182 delineamento experimental foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 11 x 5
183 representado por óleos e concentrações, com quatro repetições constituídas por um
184 disco por placa. Este mesmo procedimento foi realizado para testar os 20 extratos nas
185 concentrações 0,0; 10, 40, 70 e 100%. Neste caso, o delineamento experimental foi
186 inteiramente casualizado em arranjo fatorial 20 x 5 representado pelos extratos e
187 concentrações, com quatro repetições.

188

189 **Efeito de óleos essenciais e extratos vegetais na redução da severidade da**
190 **podridão mole em plantas de alface**

191 Os 11 óleos essenciais foram diluídos em água contendo Tween 80 a 1% e
192 agitados durante 10 minutos antes da pulverização de plantas de alface cv. Veneranda
193 com 40 dias de idade, cultivadas em casa de vegetação. Para escolha das concentrações
194 a serem utilizadas, todos os óleos foram previamente testados nas plantas de alface. Por
195 causarem fitotoxidez, os óleos de *C. zeylanicum*, *O. basilicum*, *F. vulgare*, *E. citriodora*,
196 *S. sclarea*, *Z. officinale* e *C. citratus* foram utilizados na concentração 0,5% e os óleos
197 de *C. aurantium* var. *bergamia*, *C. limon*, *C. sinensis* e *E. globulus* na concentração 1%.
198 Os 20 extratos também foram testados na concentração de 10%. Após 72h das
199 aplicações, dos óleos e extratos, as plantas foram inoculadas com Pcc A1 na base do
200 pecíolo da segunda e terceira folhas definitivas pelo método de picada. Este método
201 consiste no ferimento do tecido vegetal com alfinete na profundidade de 1 mm,
202 seguindo-se a deposição de 10 µL de suspensão bacteriana, com concentração de $1,0 \times$
203 10^9 UFC mL⁻¹, com auxílio de um micropipetador (Mariano & Silveira, 2005). Após a
204 inoculação, as plantas foram submetidas à câmara úmida, constituída por sacos plásticos
205 umedecidos, durante seis horas em casa de vegetação. O delineamento experimental foi
206 inteiramente casualizado com 33 tratamentos (11 óleos essenciais e 20 extratos
207 vegetais) incluindo a testemunha relativa (pulverizada com água) e a testemunha
208 pulverizada com o antibiótico agrícola Mycoshield® na concentração de 3g L⁻¹ de água.
209 Cada tratamento teve cinco repetições, constituída por uma planta. As avaliações foram
210 realizadas a intervalos de seis horas até 48 horas, observando-se a severidade da doença,
211 estimada com o auxílio de escala descritiva de 1 a 9 (Ren *et al.*, 2001), onde: 1 = sem
212 lesão no ponto de inoculação, 2 = lesões menores que 5 mm, 3 = lesões entre 5 e 10
213 mm, 4 = lesões maiores que 10 mm, porém não atingindo as folhas, 5 = lesão
214 alcançando o limbo foliar e o caule principal, 6= caule infectado, porém sem atingir as
215 folhas não inoculadas, 7 = caule e folhas não inoculadas infectadas, 8 = planta inteira
216 próxima à morte e 9 = planta morta. Com dos dados da severidade foi calculada a área
217 abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) pela expressão: AACPD = S
218 $(y_i + y_{i+1})/2 \cdot d_i$, onde y_i e y_{i+1} são os valores de severidade observados em duas avaliações

219 consecutivas, d_i o intervalo entre as avaliações e n é a duração do período de avaliação
220 (Fry, 1978).

221

222 **Análise físico-química de folhas de alface tratadas com óleo essencial e** 223 **extratos vegetais**

224 Este experimento foi realizado para analisar características físico-químicas de
225 plantas tratadas com óleo essencial e extratos após a inoculação com Pcc A1. A
226 metodologia foi a mesma utilizada no experimento para análise da redução da
227 severidade da podridão mole em plantas de alface. Foram selecionados nove
228 tratamentos constituídos pelos extratos de *C. desvauxii* (folhas), *P. aculeata* (folhas e
229 ramos com espinhos), *P. violacea* (ramos), *S. galheirensis* (raiz), *C. cytisoides* (folhas)
230 (10%), óleo essencial de *E. citriodora* (0,5%), antibiótico agrícola Mycoshield[®] (3g L⁻¹)
231 e a testemunha relativa. Três dias após a aplicação dos produtos, as plantas de alface
232 foram inoculadas com Pcc A1 e após 48 h coletadas e levadas ao Laboratório de
233 Patologia Pós-Colheita da Universidade Federal Rural de Pernambuco para serem
234 avaliados os teores de sólidos solúveis (SS), ácido ascórbico (vitamina C), acidez
235 titulável (AT) e potencial hidrogeniônico (pH). As características foram determinadas
236 após a trituração das folhas de alface em centrífuga doméstica. Na determinação da
237 vitamina C utilizou-se o método de Tillman modificado (Bezerra Neto & Barreto, 2004;
238 Zenebom *et al.*, 2008). Os conteúdos de SS e a AT foram determinados seguindo a
239 metodologia descrita por Freire *et al.* (2009). O pH foi determinado no material
240 homogeneizado utilizando-se um potenciômetro digital modelo Corning 445[®] calibrado
241 com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0. O experimento teve delineamento inteiramente
242 casualizado, com nove tratamentos e quatro repetições, constituídas por uma planta.

243

244 **Análises estatísticas**

245 Todos os experimentos foram repetidos. As análises estatísticas foram realizadas
246 com o auxílio dos programas STATISTIX[®] (versão 9.0, Analytical Software,
247 Tallahassee) e SAEG[®] (versão 9.0, Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas,
248 Universidade Federal de Viçosa, 2005).

249

RESULTADOS E DISCUSSÃO

250

251

252 **Obtenção do isolado de *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum***

253 Em todos os experimentos foi utilizado o isolado Pcc A1 de *P. carotovorum*
254 subsp. *carotovorum*, que apresentou características típicas da subespécie como,
255 resistência a eritromicina, catalase positiva, comportamento anaeróbico facultativo,
256 capacidade de crescer a 37°C e incapacidade de utilizar α -metil glucosídios (De Boer &
257 Kelman, 2001). Pcc A1 é patogênico a plantas de alface e causa maceração do tecido
258 em frutos de pimentão verde.

259 **Efeito de óleos essenciais e extratos vegetais sobre o crescimento de** 260 ***Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum***

261 Nos ensaios *in vitro*, os 11 óleos essenciais e 20 extratos vegetais, não
262 apresentaram efeito direto sobre o crescimento do isolado Pcc A1. Porém, existem
263 relatos na literatura da eficiência de uma variedade de óleos essenciais e extratos
264 inibindo *in vitro* diversos fitopatógenos, inclusive *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*.

265 Costa *et al.* (2008) constataram que o óleo puro de *C. winterianus* (citronela) foi
266 mais efetivo do que o antibiótico tetraciclina na inibição do crescimento de seis isolados
267 de *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*, e quando diluído apresentou concentração
268 inibitória mínima de 1% para todos os isolados. Estes mesmos autores verificaram que
269 só nas maiores concentrações (2, 4 e 8%), o óleo essencial de *O. basilicum*
270 (manjeriço) atuou sobre *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*, com formação de halos
271 que variaram entre 10 e 17 mm (Costa *et al.*, 2009), confirmando os resultados obtidos
272 no presente trabalho em que o óleo de manjeriço testado em concentrações abaixo de
273 1% não inibiu o crescimento de Pcc A1.

274 O óleo de *C. citratus* (capim-limão) apresentou atividade inibitória dose-
275 dependente (0,25; 0,5 e 1,0%) sobre três isolados de *P. carotovorum* subsp.
276 *carotovorum*, observando-se a completa inibição do crescimento bacteriano após 48 h
277 de incubação (Jeong *et al.*, 2009). Estes resultados não corroboram com os obtidos neste
278 trabalho, no qual foram testadas as mesmas dosagens e, no entanto, não foi observado
279 efeito inibitório sobre Pcc A1. Isto pode ser explicado pela diferença na procedência do
280 óleo e ainda pela alta variabilidade do patógeno (Alvarado *et al.*, 2011).

281 Vigo-Schultz *et al.* (2006) avaliaram a eficácia da tintura etanólica de *Mikania*
282 *glomerata* Spreng (guaco) sobre *X. campestris* pv. *campestris* (Pammel) Dowson os
283 quais observaram inibição de 38% na concentração de 1000 mg L⁻¹ e de 24% na
284 concentração de 500 mg L⁻¹. Lima *et al.* (2010) avaliaram o efeito de extratos vegetais
285 de plantas da caatinga, *Lippia microphylla* Cham. (alecrim do campo), *Astronium*
286 *urundeuva* Engl. (aroeira) e *Mimosa hostilis* Mart. (jurema preta) sobre o crescimento
287 do fungo *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl., observando-se controle de
288 100%, 46% e 30%, respectivamente, após três dias de avaliação. Apesar deste bom
289 resultado obtido na atividade antifúngica de extratos vegetais provenientes de plantas da
290 caatinga, no presente trabalho, os extratos de plantas deste bioma não apresentaram
291 efeito inibitório sobre o crescimento de *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*.

292

293 **Efeito de óleos essenciais e extratos vegetais na redução da severidade da** 294 **podridão mole em plantas de alface**

295 Em casa de vegetação, observou-se que dois óleos (*E. citriodora* e *C. sinensis*) e
296 sete extratos (*P. aculeata* (ramos com espinhos e folhas), *Chamaecrista cytisoides*
297 (folhas), *Sida galherensis* (raiz), *Polygala violaceae* (ramos), *C. desvauxii* (folhas) e
298 *Pityrocarpa moniliformis* (ramos)) reduziram significativamente a severidade da doença
299 em relação à testemunha, não diferindo do controle Mycoshield[®]. Nove óleos e 12
300 extratos não diferiram da testemunha nem do Mycoshield[®]. Com relação à AACPD, oito
301 óleos e dez extratos vegetais a reduziram em relação à testemunha, sendo que o óleo de
302 *E. citriodora* e o extrato de *S. galherensis* (raiz) não diferiram do Mycoshield[®] (Tabela
303 2).

304 Destacaram-se com eficiência similar ao Mycoshield[®] e diferindo da testemunha
305 (7,5 e 132,3) nas duas variáveis analisadas, o óleo de *E. citriodora* a 0,5 % e o extrato
306 de *S. galherensis* a 10% com severidades de 3,6 e 3,5 e AACPD de 83,35 e 88,25,
307 respectivamente (Tabela 2).

308 Mesmo não existindo relatos do efeito de óleos essenciais e extratos vegetais no
309 controle da podridão mole em alface, resultados promissores utilizando esses produtos
310 em outros patossistemas são encontrados. Kowalska & Smolinska (2008) observaram
311 redução no desenvolvimento da podridão mole (56%) em bulbos de *A. cepa* (cebola)
312 polvilhados com sementes moídas de *B. rapa* (nabo) cv. Kana e inoculados com *P.*

313 *carotovorum* subsp. *carotovorum*, assim como uma redução de 28% da doença em
314 bulbos tratados com extrato aquoso de *S. lycopersicum* (tomateiro) cv. Remiz. Redução
315 da severidade da podridão negra causada por *X. campestris* pv. *campestris* em *Brassica*
316 *oleracea* L. (couve-flor) foi verificada quando tintura etanólica de *M. glomerata* (guaco)
317 (1000 e 500 mg L⁻¹) foi aplicada simultaneamente à inoculação do patógeno (Vigo-
318 Schultz *et al.*, 2006). Já o cancro cítrico, causado pela bactéria *X. axonopodis* pv. *citri*
319 Vauterin teve a severidade reduzida em *Citrus limon* L. (limoeiros) pelo extrato aquoso
320 de *Tamarindus indica* L. (tamarindo) o qual reduziu em mais de 60% a infecção de
321 plantas no campo (Leksomboon *et al.*, 2001). Tinturas de *Lippia alba* (Mill) N. E.
322 Brown (lípia), *M. glomerata* (guaco), *Equisetum hyemale* L. (cavalinha) e *Hedera helix*
323 L. (hera) foram muito eficientes no controle do cretamento bacteriano comum do
324 *Phaseolus vulgaris* L. (feijoeiro) causado por *X. axonopodis* pv. *phaseoli* (Smith) Dye,
325 reduzindo a área abaixo da curva de progresso da doença, com resultados dependentes
326 das dosagens e épocas de aplicação (Vigo *et al.*, 2009).

327 Com relação a eficiência de óleos, Medice *et al.* (2007) relataram que o de *E.*
328 *citriodora* reduziu em mais de 50% a severidade da ferrugem asiática da *Glycine max*
329 L.(soja) e mostrou efeito direto sobre o patógeno. No presente trabalho, apesar deste
330 óleo não apresentar efeito direto sobre Pcc A1, causou uma grande redução na
331 severidade da podridão mole após 48 h da inoculação (Tabela 2). Portanto, sugere-se
332 que o mesmo atuou como ativador dos mecanismos de defesa nas plantas de alface.

333

334 **Análise físico-química de folhas de alface tratadas com óleo essencial e** 335 **extratos vegetais**

336 O teor de vitamina C, a acidez titulável e o pH das plantas de alface tratadas com
337 óleo de *E. citriodora* e extratos de *P. aculeata* (ramos com espinhos) e *C. cytisoides*
338 (folhas) não diferiram da testemunha (Tabela 3). Estas mesmas variáveis foram
339 influenciadas diferentemente pelos extratos de *S. galheirensis* (raiz), *P. violacea* e *P.*
340 *aculeata* (folhas). O único extrato que afetou todas as variáveis físico-químicas
341 analisadas foi o de *C. desvauxii* (folhas); observando-se redução do pH, elevação da
342 porcentagem da acidez titulável e do teor de vitamina C. Plantas de alface tratadas com
343 o antibiótico agrícola Mycoshield[®] diferiram da testemunha não tratada apenas quanto
344 ao pH, que foi elevado de 4,61 para 5,08.

345 Em termos de amplitude, o pH variou de 3,82 (*C. desvauxii* (folhas)) a 5,08
346 (Mycoshield®). A acidez variou de 0,032 (Testemunha) a 0,065 (*P. aculeata* (folhas)),
347 enquanto que o teor de vitamina C variou de 19,04 (*S. galheirensis* (raiz)) a 40,46 (*C.*
348 *desvauxii* (folhas)).

349 É importante que plantas tratadas com extratos e óleos vegetais para manejo de
350 doenças não tenham suas características físico-químicas alteradas. Caso isto ocorra, é
351 necessário avaliar se o benefício obtido com o controle da doença compensa a perda
352 percentual destas qualidades. Em geral, na cultura da alface, as características mais
353 significantes são pH, porcentagem de ácido cítrico, teor de vitamina C e de sólidos
354 solúveis totais.

355 Os teores de sólidos solúveis totais para todos os tratamentos foi 0,0 °Brix. A
356 explicação para este fato pode estar na idade das plantas, 35 dias. Segundo Chitarra &
357 Chitarra (2005), os sólidos solúveis correspondem a todas as substâncias que se
358 encontram dissolvidas em um determinado solvente, o qual, no caso das vegetais, é a
359 água. São constituídos principalmente por açúcares, sendo variáveis com a espécie, a
360 cultivar, o estágio de maturação e o clima. Desse modo, além da idade, os teores de 0,0
361 °Brix podem estar relacionados a algum ou alguns desses outros fatores. Menezes *et al.*
362 (2005), em experimento com folhas de alface cv. Lisa minimamente processadas e
363 armazenadas em atmosfera modificada, encontraram teores de sólidos solúveis que
364 variaram entre 0,18 e 0,33 °Brix. Já Marin *et al.* (2010), quando avaliaram o efeito do 1-
365 metilciclopropeno na conservação de folhas de alface americana minimamente
366 processadas, não observaram variação no teor de sólidos solúveis (1,5 °Brix) até o final
367 do armazenamento. Nota-se que nestes dois casos, as plantas eram de cultivares
368 diferentes, lisa e americana, e encontravam-se no estágio de maturação pós-colheita,
369 diferentemente do presente trabalho onde a alface analisada foi do tipo crespa, as
370 plantas tinham 35 dias e foram cultivadas em casa de vegetação.

371 Os teores de vitamina C nas folhas de alface tratadas com os extratos de *C.*
372 *desvauxii* (folhas) e *S. galheirensis* (raiz) foram alterados para mais e para menos,
373 respectivamente quando comparados às folhas não tratadas (Tabela 3). O aumento de
374 vitamina C é uma característica aceitável e benéfica, visto que esta hortaliça é conhecida
375 por armazenar altos teores desse componente nas folhas (Almeida, 2006). Freire *et al.*
376 (2009) observaram que os teores de vitamina C em alface crespa cv. Veneranda

377 variaram entre 35 e 40 mg 100 g⁻¹ em diferentes níveis de salinidade. No presente
378 trabalho, o extrato de *C. desvauxii* (folhas) proporcionou uma maior conservação da
379 vitamina C (40,46 mg 100 g⁻¹) nas folhas de alface após tratamento. Ohse *et al.* (2001)
380 também encontrou valores médios de 28,28 mg 100 g⁻¹ em seis cultivares de alface
381 quando as mesmas foram cultivadas no sistema convencional e de 31,42 mg 100 g⁻¹ em
382 sistema hidropônico.

383 Os extratos de *C. desvauxii* (folhas) e de *P. aculeata* (folhas) aumentaram a
384 acidez titulável (Tabela 3) e acarretaram uma redução no pH das folhas tratadas.
385 Segundo Chitarra & Chitarra (2005), no suco de tecidos vegetais, quando a faixa de
386 concentração de ácidos orgânicos varia entre 0,5 e 2,5%, o pH diminui com o aumento
387 da acidez sendo utilizado como indicativo dessa variação. A elevação do pH nas folhas
388 tratadas com o antibiótico agrícola Mycoshield[®] também pode ser explicada por estes
389 mesmos princípios pois observou-se aumento no pH e diminuição na acidez. Resultados
390 semelhantes foram encontrados por Alcântara (2009) quando utilizou o sanitizante ácido
391 peracético a 100 µL L⁻¹ em folhas de alface cv. Verônica observando um aumento no
392 pH de 6,03 para 6,36 e uma redução na acidez de 0,14%. Do mesmo modo, Freire *et al.*
393 (2009) quando avaliaram diferentes níveis de salinidade no cultivo da alface
394 `Veneranda`, observaram que o aumento do pH foi dose dependente chegando a 6,1.
395 Este valor de pH confirmou a diminuição na acidez que também foi dose dependente e
396 chegou a 0,07%. Apesar dos valores de pH observados neste trabalho diferirem dos
397 encontrados por outros autores, um conjunto de fatores já mencionados podem ter
398 afetado esta variável.

399 Em conclusão, os resultados sugerem que o óleo de *E. citriodora* e os extratos de
400 ramos com espinhos de *P. aculeata* e folhas de *C. cytisoides* podem ser utilizados para
401 controle da podridão mole da alface em sistema de cultivo protegido, sem
402 comprometimento dos teores de ácido ascórbico (vitamina C), acidez e do pH das
403 plantas. No entanto, para serem empregados em sistemas convencionais, devem ser
404 ainda testados em campo.

405

406

REFERÊNCIAS

407 ALCÂNTARA EM. 2009. *Caracterização física, química e microbiológica de*
408 *morango, alface e cenoura orgânicos*. Lavras: UFLA 107 p (Tese de doutorado).

- 409 ALMEIDA D. 2006. *Manual de culturas hortícolas*. Editorial Presença. 346 p.
- 410 ALVARADO ICM; MICHEREFF SJ; MARIANO RLR; SILVEIRA EB; QUEZADO-
411 DUVAL AM; REZENDE LV; CARDOSO E; MIZUBUTI, ESG. 2011.
412 Characterization and variability of soft-rot causing bacteria in Chinese cabbage in
413 Northeastern Brazil. *Journal of Plant Pathology*, 93: 173-181.
- 414 BEZERRA NETO E; ANDRADE AG; BARRETO LP. 2004. *Análise química de*
415 *tecidos e produtos vegetais*. Recife: UFRPE 80p.
- 416 CHITARRA MIF; CHITARRA AB. 2005. *Pós-colheita de frutas e hortaliças:*
417 *fisiologia e manuseio*. Lavras: UFLA, 785 p.
- 418 COSTA CMGR; SANTOS MS; BARROS HMM; AGRA PFM; FARIAS MAA. 2008.
419 Óleo essencial de citronela no controle da bactéria fitopatogênica *Erwinia*
420 *carotovora*. *Tecnologia e Ciência Agropecuária* 2: 11-14.
- 421 COSTA CMGR; SANTOS MS; BARROS HMM; AGRA PFM; FARIAS MAA. 2009.
422 Efeito inibitório do óleo essencial de manjeriço sobre o crescimento *in vitro* de
423 *Erwinia carotovora*. *Tecnologia e Ciência Agropecuária* 3: 35-38.
- 424 CUNICO MM; MIGUEL O.G; MIGUEL MD; CARVALHO JLS; PEITZ C; AUER
425 CG; GRIGOLETTI JUNIOR A. 2003. Estudo da atividade antifúngica de *Ottonia*
426 *martiana* Miq. Piperaceae: um teste *in vivo*. *Visão acadêmica* 4: 77-82.
- 427 DE BOER SH; KELMAN A. 2001. *Erwinia* Soft Rot Group In: SCHAAD NW; JONES
428 JB; CHUN W. (eds). *Laboratory guide for identification of plant pathogenic*
429 *bacteria*. Minnesota: The American Phytopathological Society. 372p.
- 430 FREIRE AG; OLIVEIRA FA; CARRILHO M JSO; OLIVEIRA MKT; FREITAS DC.
431 2009. Qualidade de cultivares de alface produzida em condições salinas. *Caatinga* 22:
432 81-88.
- 433 FRY WE. 1978. Quantification of general resistance of potato cultivars and fungicide
434 effects for integrated control of potato late blight. *Phytopathology* 68: 1650-1655.
- 435 JEONG MR; PARK PB; KIM DH; JANG YS; JEONG HS; CHOI SH. 2009. Essential
436 oil prepared from *Cymbopogon citrates* exerted an antimicrobial activity against
437 plant pathogenic and medical microorganisms. *Mycobiology* 37: 48-52.
- 438 KOWALSKA B; SMOLINSKA U. 2008. The effect selected plant materials and
439 extracts on the development of bacterial diseases on onion. *Vegetable Crops*
440 *Research Bulletin* 68: 33-45.

- 441 LEITE SP; VIEIRA JRC; MEDEIROS PL; LEITE RMP; LIMA VLM; XAVIER HS;
442 LIMA EO. 2006. Antimicrobial activity of *Indigofera suffruticosa*. *The Journal and*
443 *Oxford University Press* 3: 261-265.
- 444 LEKSOMBOON C; THAVEECHAI N; KOSITRATANA W. 2001. Potential of plant
445 extracts for controlling citrus canker of lime. *Kasetsart Journal: Natural Science*. 35:
446 392-396.
- 447 LIMA, J. S.; PEREZ, J. O.; BARROS, P. N.; AZEVEDO, L. C.; MENDES, R. B.;
448 PESSOA, R. A. 2010. Ação fungitóxica de extratos vegetais de plantas da caatinga
449 sobre o crescimento micelial de *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon &
450 Maubl. em *Vitis vinifera* L. In: CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE PESQUISA
451 E INOVAÇÃO, 5. Anais...Maceió: CONNEPI. p. 23-26.
- 452 MARIANO RLR; SILVEIRA EB. 2005. *Manual de Práticas em Fitobacteriologia*. 2^a
453 Ed. Recife: UFRPE. 184p.
- 454 MARIN T; MONTANUCCI JR; BENASSI MT; YAMASHITA F. 2010. Embalagem
455 ativa para alface americana (*Lactuca sativa* L.) minimamente processada. *Semina:*
456 *Ciências Agrárias* 31: 653-660.
- 457 MEDICE R; ALVES E; ASSIS RT; MAGNO JÚNIOR RG; LOPES EAGL. 2007.
458 Óleos essenciais no controle da ferrugem asiática da soja *Phakopsora pachyrhizi*
459 Syd. & P. Syd. *Ciência e Agrotecnologia* 31: 83-90
- 460 MENEZES EMS; FERNANDES EC; SABAA-SRUR AUO. 2005. Folhas de alface lisa
461 (*Lactuca sativa*) minimamente processadas armazenadas em atmosfera modificada:
462 análises físicas, químicas e físico-químicas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 25:
463 60-62.
- 464 MICHELIN, DC; SANNOMIYA M; FIGUEIREDO ME; RINALDO D; SANTOS, LC,
465 SOUZA-BRITO ARM; VILEGAS W; SALGADO HRN. 2008. Antimicrobial
466 activity of *Byrsonima* species (Malpighiaceae). *Revista Brasileira de Farmacognosia*
467 18: 690-695.
- 468 OHSE S; NOGUEIRA FILHO H; MANFRON PA; DOURADO-NETO D. 2001.
469 Composição centesimal e teores de vitamina C, cálcio e fósforo de seis cultivares de
470 alface produzidas sob dois sistemas de cultivo. *Insula* 30: 47-62.

- 471 OLIVEIRA AMC; PINTO, GAS; BRUNO, LM; AZEVEDO, EHF. 2005. Avaliação da
472 qualidade higiênica de alface minimamente processada, comercializada em
473 Fortaleza, CE. *Higiene Alimentar* 19: 80-85.
- 474 REN J; PETZOLDT R; DICKSON MH. 2001. Genetics and population improvement
475 resistance to bacterial soft rot Chinese cabbage. *Euphytica* 117: 197-207.
- 476 SILVA AMF; MARIANO RLR; MICHEREFF SJ; SILVEIRA EB; MEDEIROS FHV.
477 2007. Levantamento da intensidade da podridão-mole em alface e couve-chinesa em
478 Pernambuco. *Caatinga* 20: 84-93.
- 479 SILVA MB; MORANDI MAB; JUNIOR TJP; VENZON M; FONSECA MCM. 2010.
480 Extratos de plantas e seus derivados no controle de doenças e pragas In: VENZON
481 M; JÚNIOR TJP, PALLINI (coord.). *Controle Alternativo de Pragas e Doenças na*
482 *Agricultura Orgânica*. Viçosa: EPAMIG. p. 33-54.
- 483 VIGO SC; MARINGONI AC; CAMARA RC; LIMA GPP. 2009. Ação de tinturas e
484 óleos essenciais de plantas medicinais sobre o crestamento bacteriano comum do
485 feijoeiro e na produção de proteínas de indução de resistência. *Summa*
486 *Phytopathologica* 35: 293-304.
- 487 VIGO-SCHULTZ SC; STANGARLIN JR; FRANZENER G; PORTZ RL; KUHN OJ;
488 SCHWAN-ESTRADA KRF. 2006. Avaliação da eficácia da tintura etanólica de
489 guaco (*Mikania glomerata*) no controle da podridão negra (*Xanthomonas campestris*
490 pv. *campestris*) em couve-flor. *Semina: Ciências Agrárias* 27: 515-524.
- 491 YAGUIU, P. 2008. *Qualidade de hortaliças e sustentabilidade de sistemas orgânicos*
492 *em Sergipe*. São Cristovão: Universidade Federal de Sergipe. 99p (Dissertação de
493 Mestrado).
- 494 ZENEON O; PASCUET NS; TIGLEA P. 2008. *Métodos físico-químicos para*
495 *análises de alimentos*. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. 1020p.
- 496
497
498
499
500
501

502

503 **Tabela 1.** Espécies vegetais coletadas no Parque Nacional do Catimbau (Buíque, Tupanatinga e Ibimirim-PE) e na Estação Experimental do IPA (Serra Talhada-PE)
 504 utilizadas na preparação de extratos testados (plant species collected in the Parque Nacional do Catimbau (Buíque, Tupanatinga and Ibimirim-PE) and in the Estação
 505 Experimental do IPA (Serra Talhada-PE) used in the preparation of extracts tested).

Família	Espécie	Nome comum	Órgão da planta
Burseraceae	<i>Cammiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett	Imburana	Ramos
Leguminosae-Mimosoidae	<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i> (Griseb.) Altschul	Angico	Folhas e ramos
Leguminosae-Caesalpinoidae	<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz var. <i>ferrea</i>	Pau ferro	Folhas
Myrtaceae	<i>Eugenia brejoensis</i> Mazine	Cutia	Folhas
Leguminosae-Caesalpinoidae	<i>Chamaecrista desvauxii</i> (Collad) Killip	Vassourinha	Ramos, frutos e folhas
Leguminosae-Papilionoidae	<i>Myroxylon peruiferum</i> L.f.	Bálsamo	Ramos
Anacardiaceae	<i>Myracrodruon urundeuva</i> M. Allemão	Aroeira do sertão	Casca
Leguminosae-Caesalpinoidae	<i>Chamaecrista</i> sp.	-	Folhas
Leguminosae-Caesalpinoidae	<i>Hymenaea courbaril</i> var. <i>courbaril</i> L.	Jatobá	Folhas
Leguminosae-Mimosoidae	<i>Pityrocarpa moniliformis</i> (Benth) Luckow & Jobson	Angico de bezerro	Folhas e ramos
Malvaceae	<i>Sida galheirensis</i> Ulbr.	Malva branca	Ramos e raízes
Leguminosae-Caesalpinoidae	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	Turco	Folhas e ramos com espinhos
Polygalaceae	<i>Polygala violacea</i> Aubl.	-	Ramos
Leguminosae-Caesalpinoidae	<i>Chamaecrista cytisoides</i> (Collad.) Irwin & Barneby Ter RM	Vassourinha	Folhas

506 **Tabela 2.** Efeito de óleos essenciais, extratos vegetais e do antibiótico agrícola Mycoshield[®], em diferentes
 507 concentrações, no controle da podridão mole em plantas de alface na casa de vegetação, avaliado pela severidade
 508 e área abaixo da curva de progresso da doença após 48 h de avaliação. (Effect of essential oils, plant extracts and
 509 antibiotic Mycoshield[®] at different concentrations in the control of soft rot of lettuce in the greenhouse, as
 510 assessed by disease severity and area under the disease progress curve after 48 h observation). Recife, UFRPE,
 511 2010.

Tratamentos	Concentrações %	Forma do produto ¹	Severidade	AACPD ²
Testemunha ³	-	A	7,5 ⁴ a	132,3 ⁵ a
<i>Cammiphora leptophloeos</i> (ramos)	10	E	6,0 ab	127,0 a
<i>Ocimum basilicum</i>	0,5	O	5,5 abc	123,35 a
<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>colubrina</i> (folhas)	10	E	5,3 abc	125,45 a
<i>Libidibia ferrea</i> var. <i>ferrea</i> (folhas)	10	E	5,1 abc	125,45 a
<i>Citrus limon</i>	1	O	4,6 abc	104,4 b
<i>Citrus aurantium</i> var. <i>bergamia</i>	1	O	4,6 abc	117,3 a
<i>Eugenia brejoensis</i> (folhas)	10	E	4,7 abc	115,5 a
<i>Chamaecrista desvauxii</i> (ramos)	10	E	4,5 abc	117,3 a
<i>Salvia sclarea</i>	0,5	O	4,7 abc	106,2 b
<i>Chamaecrista desvauxii</i> (fruto)	10	E	4,4 abc	123,8 a
<i>Eucalyptus globulus</i>	1	O	4,4 abc	100,55 b
<i>Hymenaea courbaril</i> var. <i>courbaril</i> (folhas)	10	E	4,4 abc	103,3 b
<i>Myroxylon peruiferum</i> (ramos)	10	E	4,5 abc	117,9 a
<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	0,5	O	4,3 abc	110,6 a
<i>Zingiber officinale</i>	0,5	O	4,3 abc	106,85 b
<i>Foeniculum vulgare</i>	0,5	O	4,3 abc	105,20 b
<i>Chamaecrista</i> sp. (folhas)	10	E	4,4 abc	106,3 b
<i>Pityrocarpa moniliformis</i> (folhas)	10	E	4,2 abc	113,05 a
<i>Sida galheirensis</i> (ramos)	10	E	4,2 abc	117,3 a
<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>colubrina</i> (ramos)	10	E	4,2 abc	115,5 a
<i>Cymbopogon citratus</i>	0,5	O	4,0 abc	98,4 b
<i>Myracrodruon urundeuva</i> (casca)	10	E	4,4 abc	101,95 b
<i>Pityrocarpa moniliformis</i> (ramos)	10	E	4,0 bc	105,4 b
<i>Citrus sinensis</i>	1	O	4,1 bc	96,30 b
<i>Parkinsonia aculeata</i> (folhas)	10	E	3,7 bc	94, 35 b
<i>Chamaecrista desvauxii</i> (folhas)	10	E	3,7 bc	102,95 b
<i>Eucalyptus citriodora</i>	0,5	O	3,6 bc	83,35 c
<i>Polygala violacea</i> (ramos)	10	E	3,6 bc	97,75 b
<i>Sida galherensis</i> (raiz)	10	E	3,5 bc	88,25 c
<i>Chamaecrista cytisoides</i> (folhas)	10	E	3,4 bc	95,45 b
<i>Parkinsonia aculeata</i> (ramos com espinhos)	10	E	3,3 c	96,85 b
Mycoshield [®] ⁶	3g L ⁻¹	P	3,1 c	68,1 c
CV (%)			26,0	20,6

512 ¹O=óleo essencial (essential oil) E=extrato hidra-alcoólico (hydra-alcoholic extract) PM=pó molhável (wetttable powder);
 513 ²AACPD = área abaixo da curva de progresso da doença (area under disease progress curve); ³Testemunha = Plantas tratadas
 514 com água (Control = plants treated with water); ⁴Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Kruskal-
 515 Wallis a 5% de probabilidade; números são médias de dois experimentos (means followed by the same letter do not differ by
 516 Kruskal-Wallis test (P ≤ 0.05); values are means of two experiments; ⁵Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si
 517 pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; números são médias de dois experimentos (means followed by the same letter
 518 do not differ by Scott-Knott test (P ≤ 0.05); values are means of two experiments; ⁶Antibiótico agrícola contendo 200g kg⁻¹ de
 519 oxitetraciclina (agricultural antibiotic containing 200g kg⁻¹ of oxytetracycline).

520 **Tabela 3.** Análise físico-química de plantas de alface, pulverizadas com óleo de *Eucalyptus*
 521 *citriodora*, extratos vegetais de diversas espécies da caatinga e antibiótico agrícola
 522 Mycoshield[®], inoculadas por picada com *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* três
 523 dias após o tratamento, e coletadas para processamento após 48 h (physico-chemical analysis of
 524 lettuce plants sprayed with oil of *Eucalyptus citriodora*, plant extracts of several caatinga
 525 species and antibiotic Mycoshield[®], inoculated by pricking with *Pectobacterium carotovorum*
 526 subsp. *carotovorum* three days after treatment, and collected for processing after 48 h). Recife,
 527 UFRPE, 2010.

Tratamentos	VITC ¹ (mg de ácido ascórbico 100g ⁻¹)	AT (% de ácido cítrico)	pH
Mycoshield [®] (3g L ⁻¹)	28,56 ² bc	0,035 cd	5,08 a
<i>Sida galheirensis</i> (raiz)	19,04 d	0,037 cd	4,91 ab
<i>Parkinsonia aculeata</i> (ramos com espinhos)	26,18 bcd	0,042 cd	4,77 abc
<i>Chamaecrista cytisoides</i> (folhas)	21,42 cd	0,037 cd	4,76 abc
Testemunha ³	28,56 bc	0,032 d	4,61 bc
<i>Eucalyptus citriodora</i>	21,42 cd	0,040 cd	4,55 bc
<i>Polygala violacea</i> (ramos)	30,94 b	0,047 bc	4,42 cd
<i>Parkinsonia aculeata</i> (folhas)	26,18 bcd	0,065 a	4,07 de
<i>Chamaecrista desvauxii</i> (folhas)	40,46 a	0,057 ab	3,82 e
CV%	14,41	12,8	3,57

528 ¹VIT C = Vitamina C (vitamin C); AT = Acidez total titulável (total acidity); ²Médias seguidas pela mesma letra não
 529 diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05); números são médias de dois experimentos (means
 530 followed by the same letter do not differ by Tukey's test (P ≤ 0.05); values are means of two experiments);
 531 ³Testemunha = plantas tratadas com água; todas as análises foram realizadas em plantas com 35 dias (control =
 532 plants treated with water; all analysis were performed when plants were 35 days old).

533

534

535

536

537

538

539

540

CONCLUSÕES GERAIS

CONCLUSÕES GERAIS

1. O isolado Pcc A1 não foi inibido *in vitro* pelos 11 óleos e 20 extratos vegetais;
2. Em casa de vegetação, dois óleos, sete extratos vegetais e o antibiótico agrícola Mycoshield[®] reduziram a severidade da podridão mole em alface;
3. Oito óleos, 10 extratos e o Mycoshield[®] reduziram a área abaixo da curva de progresso da podridão mole em alface;
4. Existe um grande potencial de controle da podridão mole da alface pela utilização de óleos essenciais e extratos de plantas da caatinga nordestina;
5. O óleo de *Eucalyptus citriodora* e os extratos de *Parkinsonia aculeata* (ramos com espinhos) e de *Chamaecrista cytisoides* (folhas) não alteraram os teores de ácido ascórbico (vitamina C), a acidez e o pH da alface crespa cv. Veneranda.