

MARIA ZILDERLANIA ALVES

**EPIDEMIOLOGIA DA PODRIDÃO NEGRA DO ABACAXI E
EFEITO DE EXTRATOS VEGETAIS NO MANEJO DA DOENÇA**

**RECIFE -PE
MARÇO – 2009**

FICHA CATALOGRÁFICA

A474e Alves, Maria Zilderlânia
Epidemiologia da podridão negra do abacaxi e efeito de
extratos vegetais no manejo da doença / Maria Zerlânia
Alves. -- 2009.
61 f. : il.

Orientadora : Sônia Maria Alves de Oliveira
Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Fede -
ral Rural de Pernambuco. Departamento de Agronomia.
Inclui bibliografia.

1. Fitopatologia
 2. *Chalara paradoxa*
 3. *Ananas comosus*
 4. Temperatura
 5. Concentração de inoculo
 6. Período de molhamento
 7. Extrato vegetais
 8. Pós-colheita
- I. Oliveira, Sônia Maria Alves de
II. Título

MARIA ZILDERLANIA ALVES

**EPIDEMIOLOGIA DA PODRIDÃO NEGRA DO ABACAXI E
EFEITO DE EXTRATOS VEGETAIS NO MANEJO DA DOENÇA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Fitopatologia.

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:

Profª Sônia M.A. Oliveira – Orientadora

Prof. Sami J. Michereff – Co-Orientador

**RECIFE - PE
MARÇO – 2009**

**EPIDEMIOLOGIA DA PODRIDÃO NEGRA DO ABACAXI E
EFEITO DE EXTRATOS VEGETAIS NO MANEJO DA DOENÇA**

MARIA ZILDERLANIA ALVES

Tese apresentada e defendida pela Banca Examinadora em: 06 de março de 2009

ORIENTADORA:

Prof^ª. Dr^ª. Sônia Maria Alves de Oliveira (DEPA-UFRPE)

EXAMINADORES:

Dr^ª. Suzana Alencar Freire Dantas

Prof^ª. Dr^ª. Ana Verônica Silva do Nascimento

Prof^º. Dr^º. Rinaldo Malaquias Lima Filho

Prof^º. Dr^º. Marcos Paz Saraiva Câmara

**RECIFE – PE
MARÇO – 2009**

A Deus, senhor da minha vida.

AGRADEÇO

*Ao meu pai Joaquim e minha
mãe Socorro, a todos os meus
irmãos e ao meu noivo
Maurício Pessoa. Que tornam
minha vida plena!*

OFEREÇO

*O conhecimento ilustra,
mas a experiência assimilada traz a sabedoria;
Quem estuda pensa que sabe;
Quem experimenta descobre quanto ainda precisa aprender...
Os problemas, os desafios em nossa vida aparecem pela
necessidade que temos de aprender e evoluir!*

(Zibia Gaspareto – Quando é preciso voltar)

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), pelo apoio institucional e a CAPES, pela concessão da bolsa de estudo;

À professora Sônia M.A. Oliveira, pela orientação, confiança, disponibilidade, ensinamentos transmitidos e pelo exemplo de dedicação científica;

À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, na pessoa do Prof. Dr. Sami J. Micherref, pelo apoio prestado durante a realização deste curso;

Ao Laboratório de Patologia Pós-Colheita, nas pessoas de Roberto Luís (Bob), Wagner, Alba, Alice, Jarcirleide e Elizabeth pela amizade e valiosa contribuição na condução do experimento;

Aos colegas que se tornaram grandes amigos: Otacílio e Michelle Jardelina, Jearbes, Jeane Émili, Adriano, Ana Verônica, Adriana Guedes, Rinaldo e Erlen Keila,.

As companheiras de casa e curso Valeria Sandra, Janaina Cortêz pela amizade e convivência;

Aos demais colegas da Pós-graduação em Fitopatologia;

Aos que, de alguma forma, contribuíram na elaboração desta pesquisa;

Ao meu noivo (Maurício Pessôa) e a sua família, por todo apoio e incentivo;

Aos meus pais, irmãos, sobrinhos (Laysa, Lara, Lucas e Samuel) e parentes, pela felicidade de suas existências;

A Deus acima de todas as coisas.

MUITO OBRIGADA!...

SUMÁRIO

	Página
Agradecimentos	
Resumo.....	8
Abstract.....	9
CAPÍTULO I: Introdução Geral.....	10
Referências Bibliográficas	19
CAPÍTULO II: Epidemiologia da podridão negra do abacaxi.....	24
Resumo	25
Abstract	26
Introdução	26
Material e Métodos	28
Resultados e Discussão	31
Referências Bibliográficas	35
CAPÍTULO III: Efeito de extratos vegetais sobre a podridão-negra do abacaxi associado e avaliação físico-química da fruta.....	43
Resumo	44
Abstract	45
Introdução	46
Material e Métodos	48
Resultados e Discussão	50
Referências Bibliográficas	54
CONCLUSÕES GERAIS.....	60

RESUMO

A podridão negra do fruto do abacaxizeiro é considerada a principal doença pós-colheita do abacaxizeiro no mundo, respondendo por perdas elevadas em frutas destinadas ao consumo *in natura* e a indústria. Neste trabalho foi analisada a influência do método de inoculação (disco de micélios e suspensão de conídios), da temperatura (10, 15, 20, 25, 30 e 35 °C), do período de molhamento (0, 6, 12, 24, 36 horas em câmara úmida) e da concentração de inóculo (10, 10², 10³, 10⁴, 10⁵, 10⁶ e 10⁷ conídios/mL) de três isolados de *C. paradoxa* (CMM-1183, CMM-1188 e CMM-1029) sobre a severidade da doença, assim como ensaios para avaliar o efeito de extratos vegetais no controle da doença e as alterações físico-químicas das frutas. Os extratos de alho, cebola, melão-de-São-Caetano, alecrim, gengibre e da polpa e casca do abacaxi foram aplicados nas concentrações de 25%, 50%, 75%, e 100% para os extratos vegetais e 50; 100; 150; 200; 300 µL.mL⁻¹ para o Ecolife® (extrato cítrico) e para o prochloraz. As frutas foram desinfestadas e submetidas à imersão em solução dos tratamentos por um período de cinco minutos. Após 24 horas foi realizada inoculação com ferimento sobre o abacaxi com suspensão de *C. paradoxa* na concentração de 10⁶ conídios/mL. A testemunha constou de frutas imersas em água destilada. Após a inoculação, as frutas foram mantidas em câmara úmida por 24 h. A severidade foi avaliada cinco dias após a inoculação. O diâmetro da lesão foi medido em dois sentidos opostos. Para os fatores físico-químicos da fruta tratada foram avaliados teores de ácido ascórbico (vitamina C), acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST) e pH. Diante dos resultados obtidos verificou-se que todos os isolados de *C. paradoxa* testados mostraram-se patogênicos ao abacaxi cv. Perola. Os isolados de *C. paradoxa* não apresentaram diferença significativa quanto aos métodos de inoculações (disco e suspensão) e às regiões de inoculação no abacaxi (peduncular e equatorial). Houve uma influência significativa quanto à concentração do inóculo de *C. paradoxa* na severidade da doença, sendo maior nas concentrações 10⁶ e 10⁷ con./mL. Quanto às condições ótimas para o estabelecimento da doença, estas se situam em 25 °C e 24 h de período de molhamento. Todos os extratos testados demonstraram propriedades antifúngicas. Os tratamentos com extratos vegetais não causaram alteração nos teores de SST e ATT. Ocorreu uma redução significativa nos teores de vitamina C e pH quando comparados com as testemunhas, permanecendo, no entanto dentro da faixa aceitável para a comercialização.

Palavras-chaves: *Ananas comosus*, *Chalara paradoxa*, pós-colheita, patogênese, controle alternativo.

ABSTRACT

The black rot of pineapple fruit (*Chalara paradoxa*), is considered the main postharvest disease in the world. In this work we analyzed the influence of the inoculation method (disc and suspension), temperature (10, 15, 20, 25, 30 and 35 °C), period of exposure to humidity (0, 6, 12, 24, 36 hours), and of the inoculum concentration (10, 10², 10³, 10⁴, 10⁵, 10⁶ and 10⁷ conidia/mL) of three isolates of *C. paradoxa* (CFM-1183, CFM-1188 and CFM-1029) on the severity of the disease. It was also evaluated the effect of plant extracts in terms of physical and chemical changes. Three treatments were applied (plant extracts, Ecolife[®] and a fungicide) in concentrations of 25% (D1), 50% (D2), 75% (D3) and 100% (D4) for the plant extracts and 50, 100, 150, 200, 300 µL.mL⁻¹ for the Ecolife[®] (citric extract) and a fungicide. Healthy pineapples were disinfected and immersed in a solution of the different treatments for five minutes. After 24 hours, inoculation with wounding on pineapple fruit with suspension of *C. paradoxa* in the concentration of 10⁶ conidia/mL. After inoculation, fruits were kept in a moist chamber for 24 h. The severity was evaluated 5 days after inoculation. The diameter of the lesion in two diametrically opposite directions was measured. For the physiochemical factors of the treated fruits, it was evaluated tenors of vitamin C (mg of ascorbic acid.100 mg⁻¹), titratable acidity (ATT), total soluble sugars (SST) and pH. Before the results obtained all isolates were found to be pathogenic. No significant differences in the method of inoculation and area of inoculation of the pineapple (stalk and equatorial), inoculated with wounds were observed. There was a significant influence of the inoculum concentration of *C. paradoxa* in the severity of the disease, being larger in the concentrations 10⁶ and 10⁷ conidia /mL. The establishment of the disease, may occur under 25 °C and 24 h of humidity period. All tested extracts showed fungitoxic properties. The treatments caused no significant changes in levels of TSS and TTA. There was a significant reduction in levels of vitamin C and pH compared to the control but remained within an acceptable for commercialization.

Keys words: *Ananas comosus*, *Chalara paradoxa*, postharvest, pathogenesis, alternative control.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL

TÍTULO: EPIDEMIOLOGIA DA PODRIDÃO NEGRA DO ABACAXI E EFEITO DE EXTRATOS VEGETAIS NO MANEJO DA DOENÇA

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é um dos líderes mundiais na produção e na exportação de vários produtos agropecuários. As projeções indicam que o país também será, em pouco tempo, o principal pólo de produção de frutas frescas. A produção e a exportação de frutas frescas tem demonstrado ser uma das atividades capazes de assegurar um percentual significativo de volume de produção e da pauta de exportação brasileira, além de uma excelente fonte para a geração de empregos no campo (FREIRE, 2006).

O clima, o solo, a disponibilidade de água para irrigação, aliados à disponibilidade e ao custo da mão-de-obra, conferem à região Nordeste vantagens comparativas para a fruticultura, em relação às demais regiões do Brasil, assegurando a sua liderança na produção e exportação de frutas tropicais. A localização privilegiada reduz o tempo e o custo do transporte para a América do Norte e Europa, um fator de competitividade importante quando se trata de produtos altamente perecíveis. Assim, a região tornou-se a maior produtora de abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merr), banana (*Musa* spp.), cacau (*Theobroma cacao* L.), coco (*Cocos nucifera* L.), goiaba (*Psidium guajava* L.), mamão (*Carica papaya* L.), manga (*Mangifera indica* L.), maracujá (*Passiflora edulis* Sims) e castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.) (IBGE, 2008).

A extensão do país e sua inserção, em grande parte, nas zonas de clima tropical e subtropical possibilitaram o cultivo de diferentes variedades de frutíferas nativas e exóticas. Algumas frutas tropicais têm se destacado devido ao uso de tecnologia, como o abacaxi, a manga, o abacate (*Persea americana* Mill.), o mamão, a banana, os citros (*Citrus* spp.), a goiaba, a melancia (*Citrullus vulgaris* Schrad), o melão (*Cucumis melo* L.), o maracujá, a acerola (*Malpighia glabra* L.) e o caju-anão precoce (OLIVEIRA, 2008).

Segundo dados da Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO (2008), o Brasil é o maior produtor mundial de abacaxi, respondendo por 14,12% do total anual produzido mundialmente no período de 2007. Na segunda posição, encontra-se a Tailândia (12,29%), e, no terceiro lugar, Filipinas (10,06%). Em 2007, a produção nacional de abacaxi totalizou 1.784.278 milheiros de frutos, superando a o ano de 2006 em 4,33 %. O rendimento médio da cultura alcançou a marca de 24.820 frutos por hectare e a área colhida,

71.886 hectares. A área plantada destinada à colheita pouco se alterou no período de 2001 a 2007; contudo, a quantidade produzida e o valor da produção tiveram sensíveis e continuados crescimentos a partir de 2002.

Entre os estados produtores, o Pará foi o primeiro colocado, tendo colhido uma produção de 389.971 milheiros de frutos, 9,16 % maior que a do ano de 2006, e que correspondeu a 21,85 % da produção nacional. Na segunda posição, aparece a Paraíba, com 347.515 milheiros de frutos colhidos. Nos plantios paraibanos predomina a variedade Pérola, e a produção é escoada principalmente para São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, que com 238.667 milheiros de frutos, ocupou o terceiro posto no *ranking* nacional. Em termos de valor da produção, o estado de Minas Gerais deteve o maior valor (R\$ 127.597 mil), vindo na seqüência a Paraíba (R\$ 150.054 mil) e o Pará (R\$ 125.596 mil) (IBGE, 2008).

No plano municipal, Floresta do Araguaia e Conceição do Araguaia, ambos os municípios paraenses ocuparam, respectivamente, a primeira e a segunda colocação no *ranking* nacional, correspondente a 9,5% e 8,5% da produção brasileira de 2006. Já na Paraíba, foram destaques os Municípios de Santa Rita, Itapororoca, Araçagi e Pedras de Fogo, cujas participações somaram cerca de 15% da produção nacional. Em Minas Gerais, os municípios maiores produtores foram Canápolis, Monte Alegre de Minas, Frutal e Fronteira, os quais concentraram 11,8% da produção nacional. Outros municípios que se destacaram na produção de abacaxi em 2006 foram São Francisco de Itabapoana no estado do Rio de Janeiro; Itaberaba e Coração de Maria, na Bahia; Touros e Ielmo Marinho, no Rio Grande do Norte; Guaraçai e Mirandópolis, em São Paulo. Além desses, também foram destaques Limoeiro do Norte, no Ceará, o município tocantinense de Miracema do Tocantins, e o município capixaba de Marataízes, embora os respectivos estados sequer estejam entre os seis maiores produtores do País (IBGE, 2008).

O abacaxi, ou ananás, é uma planta monocotiledônea da ordem Poales, família Bromeliaceae, subfamília Bromelioideae, gênero *Ananas*, espécie *A. comosus* (MATOS, 1995). Existem várias espécies selvagens, pertencentes ao mesmo gênero. O termo ananás é originário de naná, da língua tupi, falada pelos índios tupis. Na linguagem corrente no Brasil, ananás somente é usado para indicar os frutos selvagens ou pertencentes a variedades desconhecidas, onde aqueles de variedades conhecidas são vulgarmente chamados de abacaxi, provenientes da língua guarani, dos índios guaranis (GIAGOMELLI; PY, 1981).

O abacaxi já era cultivado pelos indígenas em extensas regiões do Novo Mundo, antes do descobrimento. Origina-se da América do Sul onde foi introduzido a partir do século XVI na África, na Ásia e na Austrália, sendo atualmente cultivado em várias regiões tropicais e

sub-tropicais. Estudos de distribuição do gênero *Ananas* indicam que o seu centro de origem é a região da Amazônia, por se encontrar nela o maior número de espécies consideradas válidas até o momento (REINHARDTE et al., 2000).

O abacaxizeiro compõe-se de um caule (talo) curto e grosso, ao redor do qual crescem as folhas, em forma de calhas, estreitas e rígidas, e no qual também se inserem raízes axilares. O sistema radicular é fasciculado (em cabeleira), superficial e fibroso, encontrado em geral à profundidade de zero a 30 centímetros e, raras vezes a mais de 60 cm da superfície do solo. A planta adulta das variedades comerciais mede 1,00 m a 1,20 m de altura e 1,00 m a 1,50 m de diâmetro (REINHARDTE, 2000). A inflorescência é uma espiga, o fruto é composto, resulta da coalescência de um grande número de frutos simples, do tipo baga, denominados frutinhos, os quais estão inseridos num eixo central, coração ou miolo, em disposição espiralada e intimamente soldados uns aos outros. No ápice do fruto existe um tufo de folhas – a coroa – resultante do tecido meristemático apical que a planta possui desde a sua origem. A conexão do fruto com o talo da planta é feita através de um pedúnculo.

A parte comestível do abacaxi é a polpa, suculenta, formada pelas paredes das lojas dos frutinhos e pelo tecido parenquimatoso que os une, bem como pela porção externa ou casca do coração (CHOAIRY, 1992). O caule é matéria-prima para a indústria de alimentos e para a obtenção de álcool etílico e gomas. O restante do abacaxizeiro pode ser usado na alimentação animal, como material fresco ou ensilado. Já o seu fruto é consumido ao natural, ou na forma de sorvetes, doces, picolés, refrescos e sucos caseiros. Quando industrializado, o fruto pode apresentar-se como polpa, xarope, geléia, doces em calda ou suco engarrafado. Em regiões secas e quentes obtém-se vinho do fruto doce e fermentado, sendo o suco do fruto verde utilizado como vermífugo em alguns países (MEDINA et al., 1987).

As cultivares de abacaxi mais conhecidas no mundo, para consumo ao natural e para a industrialização são Smooth Cayenne, Singapore spanish, Queen, Espanola Roja, Pérola e Perolera (CABRAL et al. 1999). Estima-se que cerca de 70% da produção mundial de abacaxi provém da cultivar Smooth Cayenne (LEAL, 1990; GONÇALVES; CARVALHO, 2000). O predomínio desta cultivar, nos principais países produtores de abacaxi, torna a cultura bastante vulnerável à ocorrência de fatores bióticos e abióticos adversos (CABRAL et al., 1985). A cultivar Smooth Cayenne foi introduzida em São Paulo, na década de 30 e, posteriormente, foi difundida para outros estados como Paraíba, Minas Gerais, Espírito Santo, Goiás e Bahia. O fruto tem forma ligeiramente cilíndrica, polpa amarela rica em açúcares e acidez elevada. ‘Pérola’ é a cultivar mais plantada no Brasil, principalmente nos estados do Nordeste. O seu fruto tem forma ligeiramente cônica, polpa branca, rica em açúcares e acidez

moderados, adequados para o consumo interno sob a forma de fruta fresca (GIACOMELLI; PY, 1981).

Apesar dos plantios comerciais utilizarem poucos cultivares, no Brasil e em outros países da América Latina ocorrem diversas cultivares de abacaxi de interesse local ou regional (FERREIRA; CABRAL, 1993). No Nordeste brasileiro há plantios da cultivar Jupi, planta semelhante à Pérola, mas com fruto ligeiramente cilíndrico. Este cultivar é mais conhecido nos estados da Paraíba e Pernambuco e, atualmente, está sendo difundida no estado do Tocantins, o qual está sendo preferidos pelos agricultores e consumidores (CABRAL et al., 1999).

A grande importância da cultura evidencia-se pelo aumento da demanda, pois o abacaxi, fruto símbolo dos trópicos, é cada vez mais apreciado em todo o mundo por suas qualidades organolépticas, ou seja, por agradar à visão, ao olfato, ao paladar, sobretudo, pelo reconhecido valor nutritivo e qualidades terapêuticas que apresenta (CUNHA, 1999). Além da produção de fibras para tecidos, produz ainda uma enzima proteolítica, a bromelina, muito utilizada como amaciante de carnes, produção de cerveja e indústria farmacêutica (CARVALHO; CUNHA, 1999).

A qualidade dos frutos é atribuída às suas características físicas externas (coloração da casca, tamanho e forma do fruto), e internas conferidas por um conjunto de constituintes físico-químicos e químicos da polpa, responsáveis pelo sabor, aroma e valor nutritivo. Esses requisitos qualitativos, independentemente do mercado comprador, de forma obrigatória, devem atender aos padrões mínimos que envolvem as cultivares. A oferta de frutos de qualidade adequada, homogênea e constante ao longo do tempo contribui de forma decisiva para o desenvolvimento e a manutenção do prestígio dos mercados-alvo (GONÇALVES; CARVALHO, 2000).

O clima reflete sobre a produção, tanto sob o aspecto quantitativo quanto qualitativo, e também na duração do período de maturação. Devido a diferenças climáticas, até dentro de uma mesma cultivar sob idênticas condições de cultivo, o fruto pode apresentar grandes variações na sua composição química. As condições climáticas durante o cultivo têm papel preponderante nos teores de açúcares (CARVALHO, et al., 1994).

O abacaxizeiro constitui uma das fruteiras tropicais mais influenciadas por variações climáticas causando o florescimento desuniforme, comprometendo a regularidade da produção, o que resulta em frutos não enquadrados no padrão comercial. Outro problema consiste na presença de fungos causadores de doenças que afetam o desenvolvimento da cultura, a produtividade e a qualidade dos frutos (GRANADA, et al., 2004).

Dentre os patógenos que afetam a cultura, destaca-se os fungos *Fusarium subglutinans* Nelson, Tousson & Marasas, agente causal da fusariose, por encontrar-se presente nas principais regiões produtoras do país, provocando perdas elevadas na produção de frutos; a *Phytophthora nicotiana* van Brenda de Haan var. *parasitica* (Dastur) causando a podridão-do-olho, de expressão econômica especialmente em regiões de alta pluviosidade ou onde se pratica a abacaxicultura sob irrigação; e *Chalara (Thielaviopsis) paradoxa* (De Seyn) Sacc. causando a podridão negra do abacaxi, que pode tanto infectar as mudas, provocando a sua morte, quanto causar podridão de frutos em pós-colheita. Além da queima-solar, anomalia de origem não parasitária, de incidência bastante comum e importante nos plantios instalados em regiões sujeitas à ocorrência de temperaturas elevadas durante o desenvolvimento do fruto (MATOS, 2000).

Em condições de pós-colheita, a podridão negra do abacaxi, também conhecida como podridão-mole, ainda permanece como o principal problema, tanto em frutos para consumo *in natura* quanto naqueles para a indústria. O desenvolvimento da doença varia de acordo com o período de tempo decorrido entre a colheita e o processamento. É uma doença amplamente difundida nas áreas tropicais, presentes em todas as regiões produtoras de abacaxi do mundo. No Brasil, essa doença é observada, em maior ou menor intensidade, em todos os estados onde se pratica a abacaxicultura (FREIRE, 2006).

O agente causal dessa doença é o fungo *Ceratocystis paradoxa* (Dade) C. Moreau, é um ascomiceto da ordem Microascales, família Ophiostomataceae, o teleomorfo é dificilmente encontrado na natureza, a forma anamórfica corresponde à *C. (T.) paradoxa*, é um parasita fraco e normalmente não causa infecção em órgãos sem ferimento, exceto quando os tecidos são muito novos ou quando expostos a condições de alta umidade (GOES, 2005).

Em sua forma anamórfica produz conídios e clamidósporos, os esporos podem ser do tipo fialoconídios, inicialmente hialinos, passando a elipsóides, e os artroconídios catenulados, elipsóides ou obvóides. Em meio de cultura apresentam colônias de coloração marrom-escura a preta. O fungo *C. paradoxa* é polífago, entre as espécies de importância econômica no Brasil, pode causar doença em várias culturas como cana-de-açúcar, coco (*Cocos nucifera* L.), dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.), cacau (*Theobroma cacao* L.) e *Musa* spp (ELLIS, 1971).

A infecção de frutos do abacaxizeiro por *C. paradoxa* pode ocorrer por duas vias distintas: através de ferimentos no pedúnculo, em decorrência do corte na colheita, e da remoção de mudas tipo filhotes; e por meio de ferimentos na casca, resultantes do manuseio e transporte inadequados. A partir do ferimento no pedúnculo, o patógeno avança pelo eixo

central em direção ao ápice da fruta e mais lentamente na polpa, dando origem a uma lesão em formato de cone, de coloração amarela intensa. Ocorrendo a infecção, via ferimento na epiderme, a lesão progride de fora para dentro em direção ao eixo central da fruta, causando apodrecimento da polpa. Externamente, observa-se a exsudação do suco, de odor característico ao de álcool etílico, decorrente da fermentação da glicose, que vai resultar num fruto oco, contendo apenas as fibras dos feixes vasculares. Com o avanço da doença, ocorre frequentemente esporulação e crescimento micelial do fungo na superfície da fruta (ADISA; FAJOLA, 1982).

O patógeno pode sobreviver na forma de microconídios e clamidósporos, no solo ou na fruta apodrecida. Sob condições de alta umidade relativa do ar, os esporos podem ser produzidos nos restos de cultura e disseminados pelo vento para frutas ainda não colhidas (AGRIOS, 2005). Os principais agentes de disseminação são o vento, insetos (atraídos pelo cheiro adocicado dos tecidos infectados) e por salpicos de chuvas.

A incidência da podridão negra é intensificada pela associação de alta umidade relativa e temperatura amena (MATOS; SANCHES, 2007). A temperatura ótima para o desenvolvimento do fungo está em torno de 25 °C. Abaixo de 15 °C ou acima de 34 °C, o fungo tem seu desenvolvimento retardado (GOES, 2005). Em temperaturas abaixo de 8 °C o crescimento do fungo é inibido (FROSSARD, 1978). Para esporulação e produção de clamidósporos, a temperatura de 25 °C também é indicada como a melhor (ADISA; FAJOLA, 1982). A ocorrência de chuva durante a colheita resulta, geralmente, em altos percentuais de frutos infectados, os quais perdem o valor comercial (BARBOSA; SILVA, 2006). As podridões resultantes da atividade de patógenos ocasionam grandes perdas em produtos agrícolas, principalmente quando estes são cultivados em áreas distantes de locais de consumo (SILVEIRA et al., 2005).

A redução das perdas em pós-colheita na cadeia produtiva de frutas representa um constante desafio, considerando que as frutas são órgãos que apresentam alto teor de água e nutrientes e, mesmo depois da colheita até a senescência, mantêm vários processos biológicos em atividade, apresentando desta forma maior predisposição a distúrbios fisiológicos, danos mecânicos e à ocorrência de podridões (KADER, 2002). A aparência dos frutos elemento relacionado ao formato, à casca, à coroa e ao pedúnculo, é o primeiro fator responsável por sua aceitação e pode ser limitante à sua comercialização. Tanto a aparência quanto suas características de sabor e aroma podem ser severamente comprometidas pelo escurecimento interno, causado por infecções microbianas (GONÇALVES; CARVALHO, 2000).

Nos componentes químicos da fruta, ressalta-se a presença de açúcares e de ácidos orgânicos. Entre os açúcares, normalmente representados pela porcentagem de sólidos solúveis ou °Brix sobressai à sacarose com teores variando de 5,9% a 12%, o que representa, na fruta madura, 66% dos açúcares totais em média. A acidez titulável total geralmente varia de 0,6% a 1,6% e é expressa como porcentagem de ácido cítrico, enquanto o pH da polpa se enquadra na faixa de 3,7 a 3,9 (BOTREL, 1994). A temperatura de armazenamento é, portanto, o fator ambiente mais importante, não só do ponto de vista comercial, como também por controlar a senescência, uma vez que regula as taxas de todos os processos fisiológicos associados (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O manejo da colheita (deixando-se aproximadamente 2 cm do pedúnculo) e os cuidados normais na embalagem, armazenamento e transporte reduzem os índices de infecção (FREIRE, 2006). A fim de se reduzir o inóculo inicial, deve-se proceder à eliminação dos restos culturais nas proximidades da área onde as frutas são armazenadas e processadas. É fundamental reduzir o período entre a colheita e o processamento das frutas em pós-colheita, para diminuir o tempo em que a fruta possa estar em contato com o patógeno.

Considerando o efeito da temperatura sobre o desenvolvimento do patógeno, os frutos devem ser armazenados e transportados entre 7,5 °C e 10 °C, temperatura essa que reduz acentuadamente o desenvolvimento da doença. O tratamento hidrotermico, 54 °C por três minutos tem se mostrando eficiente no controle da podridão negra (MATOS; SANCHES, 2007).

Os ferimentos resultantes do corte de colheita e da remoção das mudas tipo filhotes devem ser rapidamente tratados (MATOS, 2003). Requerendo a implementação do controle químico deve-se usar fungicidas registrados para este fim, assim como atentar para as exigências do mercado consumidor quanto ao tipo de tratamento e produto utilizado (MATOS; SANCHES, 2007). Os produtos mais indicados para o controle da podridão negra do abacaxi são os fungicidas sistêmicos, como os benzimidazóis, imidazóis e triazóis (CHO et al., 1977).

Entre as várias categorias de produtos alternativos utilizados no controle de doenças em pós-colheita, enquadram-se os extratos vegetais, os quais buscam explorar suas propriedades fungitóxicas (COUTINHO et al., 1999). Um extrato vegetal pode ser entendido como o produto obtido pela passagem de um solvente, como a água ou o álcool etílico através da planta moída ou não, de modo a se retirar os princípios ativos nela contidos (STADNIK; TALAMINI, 2004). São produzidos de forma caseira a partir de material disponível e pulverizados na lavoura. No entanto, os extratos caseiros apresentam algumas limitações,

como a falta de controle de qualidade, a baixa estabilidade dos compostos orgânicos e o não monitoramento de possíveis substâncias tóxicas presentes nas plantas. A eficiência do produto também depende da espécie envolvida, do tipo de doença controlada e dos processos tecnológicos utilizados na obtenção e manipulação do extrato (SILVA, 2005).

Devido à crescente resistência dos microrganismos patogênicos, frente aos produtos sintéticos, a procura por novos agentes antimicrobianos a partir de plantas é intensa (CUNICO et al., 2003). As plantas medicinais possuem compostos secundários, compostos não vitais as plantas, mas com função de proteção contra pragas e doenças e atração de polinizadores, que tanto podem ter ação fungitóxica, ação microbiana direta, como eliciadora, ativando mecanismos de defesa nas plantas, ou seja, ação antimicrobiana indireta (STANGARLIN et al., 1999; BONALDO, 2004; BASTO; ALBUQUERQUE, 2004).

Pesquisas têm sido realizadas com o uso de extratos brutos quanto ao potencial de controle de fitopatógenos, destacando-se alguns com comprovadas propriedades antimicrobianas que afetam o desenvolvimento fúngico tanto *in vitro* quanto *in vivo* (MONTES-BELMONT et al., 2000). A literatura tem registrado a eficiência de extratos obtidos de uma grande variedade de espécies botânicas em promover a inibição do desenvolvimento de vários fitopatógenos de natureza fúngica (WILSON et al., 1997).

Dentre os extratos mais pesquisados encontra-se aquele obtido do alho (*Allium sativum* L.). O seu efeito inibitório tem sido demonstrado para uma extensa gama de fungos, envolvendo não só patógenos de pós-colheita, mas também patógenos foliares e de solo (CHALFOUN; CARVALHO, 1987; BOLKHAN; RIBEIRO, 1981; BASTOS, 1992; BARROS et al., 1995). O alho e também o gengibre (*Zingiber officinale* Rox.) são ervas aromáticas conhecidas milenarmente por suas propriedades medicinais. O primeiro é rico em alicina e aliina, que possui ação antiviral e bactericida enquanto o gengibre possui o gingerol e o shogaol que são potentes molusquicidas.

Além desses, extratos originários de hortelã (*Mentha piperita* L.), alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) e pimenta (*Capsicum* spp) também têm evidenciado propriedades antifúngicas, demonstrando potencial de controle para patógenos de plantas (BASTOS, 1997; WILSON et al., 1997). Muitas outras espécies de plantas medicinais contêm fenóis, quinonas, saponinas, flavanóides e terpenóides em quantidades apreciáveis para além de repelir insetos, também prevenir a ocorrência de doenças de plantas (AGRA, 1996).

A procura por esses novos agentes antimicrobianos a partir de plantas é intensa por causa da crescente resistência dos microrganismos patogênicos frente aos produtos sintéticos. O uso desta tecnologia tem proporcionado controle de doenças tão eficiente quanto o controle

com o uso de fungicidas, com a vantagem de não prejudicar o homem e o meio ambiente (COUTINHO et al., 1999).

Na tentativa de determinar as condições mais favoráveis às doenças, o conhecimento da interação patógeno-hospedeiro-ambiente é imprescindível. Diante da necessidade do conhecimento de fatores ambientais que condicionam às perdas pós-colheitas, e da grande importância o direcionamento de estudos que tenham como finalidade o desenvolvimento de medidas de controle que minimizem o uso de agrotóxicos. O trabalho objetivou avaliar a patogenicidade, concentração de inóculo de *C. paradoxa*, método de inoculação, influência da temperatura e do período de molhamento, e a eficiência do uso de extratos vegetais brutos sobre a podridão-negra-do-abacaxi associada às alterações físico-químicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADISA, V. A.; FAJOLA, A. O. Post-harvest fruit rots of pineapple (*Ananas comosus*) in Nigéria. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.7, p. 97-103, 1982.
- AGRA, M. de F. **Plantas da medicina popular dos cariris velhos, Paraíba-Brasil**. João Pessoa: Editora Universitária – UFPB, 1996. 112p.
- AGRIOS, G. N. Plant Pathology. 5^{ed} Ed. Amsterdam. Elsevier Academic Press, 2005.
- BARBOSA, A. G.; SILVA, R. L. X. Doenças do Abacaxi. In: OLIVEIRA, S. M. A.; TERAÓ, D.; DANTAS, S. A. F; TAVARES, S. C. C. H. (Eds.). **Patologia pós-colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. p. 501-504.
- BARROS, S. T.; OLIVEIRA, N. T.; MAIA, L. C. Efeito do extrato de alho (*Allium sativum*) sobre o crescimento micelial de *Curvularia* spp e *Alternaria* spp. **Summa Phytopathologica**, v.21, n. 2, p.168-170, 1995.
- BASTOS, C. N. Inibição do crescimento micelial e germinação de esporos de *Crinipellis pernicioso* e *Phytophthora palmivora* por extrato de bulbo de alho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.17, p.454-457, 1992.
- BASTOS, C. N. Efeito do óleo de *Piper aduncum* sobre o crescimento *Crinipellis pernicioso* e outros fungos fitopatogênicos. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.22, p.441-443, 1997.
- BASTOS, C. N.; ALBUQUERQUE, P. S. B. Efeito do óleo de *Piper aduncum* no controle em pós-colheita de *Colletotrichum musae* em banana. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 5, p.555-557, 2004.

- BONALDO, S. M. 2004; Fungitoxicity, phytoalexins elicitor activity and protection of cucumber against *Colletotrichum lagenarium*, by eucalyptus citriodora aqueous extract. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p.128-134, 2004.
- BOLKHAN, H. A.; RIBEIRO, W. L. Efeito do extrato de alho em *Cylindrocladium clavatum*, *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans* e *Rhizoctonia solani*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.6, p.565-566, 1981.
- BOTREL, N.; ABREU, C. M. P. Colheita, cuidados e fisiologia pós-colheita do abacaxi. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.17, n. 179, p.33-40, 1994.
- CABRAL, J. R. S.; SOUZA, J. S.; FERREIRA, F. R. Variabilidade genética e melhoramento do abacaxi. In: QUEIRÓS, M. A.; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R (Eds.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro**. Petrolina. EMBRAPA/CPATSA, 1999. Disponível em: <<http://www.cpatosa.embrapa.br/catalogo/livrorg/abacaxi.pdf>>. Acesso em: 11 jun. 2008.
- CABRAL, J. R. S.; MATOS, A. P.; SOUTO, G. F. Reação de germoplasma de abacaxi à inoculação com *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n.7, p.787-791, 1985.
- CARVALHO, V. D.; CUNHA, G. A. P. Produtos e usos. In: CUNHA, G.A.P.; CABRAL, J.R.S.; SOUZA, L.F.S. (Eds.). **O abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia**. Cruz das Almas: EMBRAPA, 1999, p. 389-402.
- CARVALHO, J. G.; OLIVEIRA Jr., J. P.; PAULA, M. B.; BOTREL, N. Influência dos nutrientes na qualidade das frutas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.17, n.180, p.52-55, 1994.
- CHALFOUN, S. M.; CARVALHO, V. D. Efeito do extrato de óleo industrial de alho sobre o desenvolvimento de fungos. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.12, n. 3, p.234-235, 1987.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL-FAEPE, 2005. 785p.
- CHO, J. J.; ROHRBACH, K. G; APT, W. J. Induction and chemical control of rot caused by *Ceratocystis paradoxa* on pineapple. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 67, n.5, p.700-793, 1977.
- CHOAIRY, S. A. O abacaxizeiro: conhecimentos básicos, práticas de cultivo e uso. João Pessoa: EMEPA-PB, 140p. (Documento N° 16), 1992.
- COUTINHO, W. M; ARAÚJO, E.; MAGALHÃES, F. H. L. Efeitos de extratos de plantas anarcadiáceas e dos fungicidas químicos benomyl e captan sobre a micoflora e qualidade

- fisiológica de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciencia e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 3, p. 560-568, 1999.
- CUNHA, A. P.; CABRAL, J. R. S.; SOUZA L. F. S. (Orgs) **O abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 480p.
- CUNICO, M.M.; MIGUEL, O. G.; MIGUEL, M. D; CARVALHO, J.L. S; PEITZ, C.; AUER, C. G.; GRIGOLETTI JÚNIOR, A. Estudo da atividade antifúngica de *Ottonia martiana* Miq., Piperaceae: um teste *in vivo*. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 4, n.2, p.77-82, 2003.
- ELLIS, M. B. **Dematiaceous Hyphomycetes**. Surrey: CAB-Commonwealth Mycological Institute, 1971. 608p.
- FAO, FAOSTAT – Agricultural statistics database. Rome: World Agricultural Information Center, 2006. Disponível em: <<http://apps.fao.org>>. Acesso em: 24 jun. 2008.
- FERREIRA, F. R.; CABRAL, J. R. S. Pineapple germplasm in Brazil. **Acta Horticulturae**, The Hague, v.334, p.23-26, 1993.
- FREIRE, F. C. O. Doenças atuais e Potenciais das principais fruteiras e flores ornamentais do Nordeste. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v.31, suplemento, p. S38-S44, 2006.
- FROSSARD, P. Lute contre la pourriture de l' ananás à Thielaviopsis paradoxa importance de la temperature de conservation et de la désinfection fongicide, **Fruits**, Paris, v.33, p. 91-99, 1978.
- GIAGOMELLI, E. J.; PY, C. **O abacaxi no Brasil**. Campinas: Fundação Cargil, 1981. 101p.
- GOES, A. Podridão negra dos frutos e podridão da base da muda – *Ceratocystis paradoxa* (anamorfo *Chalara paradoxa*), In: KIMATI, H. AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L E. A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v. 2, p. 10-11, 2005.
- GONÇALVES, N. B.; CARVALHO, V. D. In: GONÇALVES, N. B. (Ed.). **Abacaxi Pós-Colheita**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 45 p. (Frutas do Brasil, 5).
- GRANADA, G. G.; ZAMBIAZ, R. C.; MENDONÇA, C. R. B. **Abacaxi: produção, mercado e subprodutos**. Curitiba: Boletim do CEPPA, jul/dez. 2004. p. 405-422. (Boletim Técnico, 2).
- IBGE. **Dados de safra de abacaxi no Brasil**. On-line. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp>>. acesso em: 24 junh. 2008.
- KADER, A. (ed.) **Postharvest Technology of Horticultural Crops**. 3 ed. Riverside: UC Regents, 2002. 535p.

- LEAL, F. Complementos a la clave para identificación de las variedades comerciales de piña *Ananas comosus* (L.) Merril. **Revista de la Facultad de Agronomía**, Maracay, v.16, n.1, p.1-12, 1990.
- MATOS, A.P. Pathological aspects of the pineapple crop with emphasis on the Fusariosis. **Revista de la Facultad de Agronomía**, Maracay, v. 21, p.179-197, 1995.
- MATOS, A. P. Doenças do abacaxizeiro. In: FREIRE, F. C. O.; CARDOSO, J. E.; VIANA, F. M. P. (Eds.). **Doenças de fruteiras tropicais de interesse agroindustrial**. Brasília: EMBRAPA, p.16 -55. 2003.
- MATOS, A. P. Doenças e seu Controle. In.: REINHARDT, D. H.; SOUZA, L. F. S. CABRAL, J. R. S. (Eds.). **Abacaxi. Produção: aspectos técnicos**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura — Brasília: Embrapa. Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 77 p. (Frutas do Brasil, 7).
- MATOS, A. P.; SANCHES, N. F. Manejo das Principais Doenças do Abacaxizeiro. IN: POLTRONIERI, L. S.; VERZIGNASSI, J. R. **Fitossanidade na Amazônia: inovações tecnológicas**. 1ª Ed. Capítulo 4, p.73-90, 425p. 2007.
- MEDINA, J. C. **Abacaxi: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1987. 285 p.
- MONTES-BELMONT, R., CRUZ-CRUZ, V., MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, G. SANDOVAL-GARCÍA, G. GARCÍA-LICONA, R., ZILCH_DOMÍNGUEZ, S., BRAVO-LUNA, L., BERMÚDEZ-TORRES, K., FLORES-MOCTEZUMA, H. E. y CARVAJAL-MORENO, M. Propriedades antifúngicas em plantas superiores – análise retrospectivo de investigaciones. **Revista Mexicana de Fitopatología**, Sonora, v. 18, n. 2, p. 125-131, 2000.
- OLIVEIRA, D. **Nova técnica aumenta produção de abacaxi**. Banco de notícias da EMBRAPA. On-line. Disponível em: <[http:// www.cnpmf.embrapa.br/jornal/ index.htm](http://www.cnpmf.embrapa.br/jornal/index.htm)>. Acesso em: 12 jun. 2008.
- REINHARDTE, D. H. A planta e o seu ciclo. In: REINHARDTE, D. H.; SOUZA, L. F. S.; CABRAL, J. R. S. **Abacaxi. Produção: aspectos técnicos**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura — Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 77 p. (Frutas do Brasil , 7).
- REINHARDTE, D. H.; SOUZA, L. F. S.; CABRAL, J. R. S. **Abacaxi. Produção: aspectos técnicos**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura — Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 77 p. (Frutas do Brasil, 7).

SILVA, M. B. Desenvolvimento de produtos á base de extratos de plantas para o controle de doenças de plantas. In: VENEZON, M.; PAULA, J> R., PALINI, A. (Eds.). **Controle alternativo de pragas e doenças**. Viçosa: EPAIG/CTZM, 2005. p.221-246.

SILVEIRA, N. S. S.; MICHEREFF, S. J.; SILVA, I. L. S. S.; OLIVEIRA, S. M. A. Doenças fúngicas pós-colheita em frutas tropicais: Patogênese e controle. **Caatinga**, Mossoró, v. 18, n.4, p. 283-299, 2005.

STARGALIN, J. R.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; CRUZ, M. E. S.; NOSAKI, M. H. Plantas medicinais e controle alternativo de fitopatógenos. *Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento*, n. 11, p. 16-21, 1999.

STADNIK, M. J.; TALAMINI, V. Extratos vegetais e de algas no controle de doenças de plantas. In: STADNIK, M. J.; TALAMINI, V (Eds). **Manejo ecológico de doenças de plantas**. Florianópolis: CCA/UFSC, 2004. p. 45-62.

WILSON, C. L.; SOLAR, J. M.; GHAOUTH, A. E.; WINIEWSKI, M. E. Rapid evaluation of plant extracts and essential oils for antifungal activity against *Botrytis cinerea*. **Plant Disease**, Saint Paul, v.81, p. 204-210, 1997.

CAPÍTULO II

Epidemiologia da podridão negra do abacaxi

EPIDEMIOLOGIA DA PODRIDÃO NEGRA DO ABACAXI

Maria Z. Alves¹, Sônia M.A. Oliveira¹, Wagner R.L.S. Pessoa¹, Erlen K. C. e Silva¹, Roberto L. X.da Silva¹ & Jacirleide de Oliveira¹

¹Laboratório de Patologia Pós-Colheita, Fitopatologia, Departamento de Agronomia, Área Fitopatologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, CEP 52.171-900, Recife-PE, e-mail: delania_mossoro@yahoo.com.br

(Aceito para publicação em .../.../.....)

Autor para correspondência: Sônia M.A. Oliveira

Alves MZ, Oliveira SMA, Pessoa WRLS, Silva EKC, Silva RLX, Oliveira J. Epidemiologia da podridão negra do abacaxi. Tropical Plant Pathology

RESUMO

A podridão negra do abacaxi é considerada a principal doença pós-colheita em abacaxi no mundo. Neste trabalho foi analisada a influência do método de inoculação (disco e suspensão), da temperatura (10, 15, 20, 25, 30 e 35 °C), da umidade (0, 6, 12, 24, 36 horas em câmara úmida) e da concentração de inóculo (10, 10², 10³, 10⁴, 10⁵, 10⁶ e 10⁷ conídios/mL) de três isolados de *C. paradoxa* (CMM-1183, CMM-1188 e CMM-1029) sobre a severidade da podridão negra no abacaxi 'Perola'. Os resultados indicam que os isolados testados mostraram-se patogênicos, não apresentando diferença significativa quanto aos métodos de inoculações (disco e suspensão) e nem quanto às regiões do abacaxi (peduncular e equatorial), inoculadas com ferimentos. Houve uma influência significativa quanto à concentração do inóculo de *C. paradoxa* na severidade da doença, sendo maior nas concentrações 10⁶ e 10⁷ conídios/mL. Quanto às condições ótimas para o estabelecimento da doença, estas situam-se em torno de 25 °C e 24 h de molhamento.

Palavras-chaves: *Ananas comosus*, pós-colheita, epidemiologia, patogênese, ambiente.

ABSTRACT

Epidemiology of the black rot of pineapple fruit

The black-rot of the pineapple is considered the main post-harvest disease in the world. In this work we analyzed the influence of the inoculation method (I dial and suspension), temperature (10, 15, 20, 25, 30 and 35 °C), period of exposure to humidity (0, 6, 12, 24, 36 hours in humid camera), and of the inóculo concentration (10, 10², 10³, 10⁴, 10⁵, 10⁶ and 10⁷ conidia /mL) of three isolates of *C. paradoxa* (CMM-1183, CMM-1188 and CMM-1029) on the severity of the rottenness-black in the pineapple 'Pearl'. Results indicate that all the isolates were found to be pathogenic. No significant differences in the method of inoculation (I dial and suspension) and area of inoculation of the pineapple (stalk and equatorial), inoculated with wounds were observed. There was a significant influence of the inoculum concentration of *C. paradoxa* in the severity of the disease, being larger in the concentrations 10⁶ and 10⁷ conidia /mL. The establishment of the disease may easily occur under 25 °C and 24 h of humidity period.

Kay- words: *Ananas comosus*, postharvest, epidemiology, pathogenesis, environment.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de abacaxi [*Ananas comosus* L. (Merr)], respondendo por 14,12 % do total anual produzido, no período de 2007. Na segunda posição, encontra-se a Tailândia (12,29 %), e, no terceiro lugar, Filipinas (10,06 %). Em 2007, a produção nacional de abacaxi totalizou 1.784.278 milheiros de frutos, superando o ano de 2006 em 4,33 % (FAO, 2008). Os cultivares de abacaxi mais conhecidas no mundo, para consumo ao natural e para a industrialização são Smooth Cayenne, Singapore Spanish, Queen, Espanola Roja, Pérola e Perolera (Cabral et al., 1999). No entanto, várias doenças têm sido relatadas como causadoras de grandes perdas na produção de abacaxi. Em condições de pós-

52 colheita a podridão negra do abacaxi é considerada a principal doença em todo o mundo. O
53 agente causal é o fungo *Ceratocystis paradoxa* (Dade) C. Moreau, cuja forma anamórfica
54 corresponde à *C. (T.) paradoxa*, o teleomorfo é dificilmente encontrado na natureza, No
55 Brasil, essa doença é observada, em maior ou menor intensidade, em todos os estados onde se
56 pratica a abacaxicultura (Freire, 2006).

57 Os frutos infectados com *C. paradoxa* apresentam a exsudação de suco, com odor
58 semelhante ao de álcool etílico, decorrente da fermentação da glicose, que vai resultar num
59 fruto oco, contendo apenas as fibras dos feixes vasculares. Com o avanço da doença, ocorre
60 frequentemente esporulação e crescimento micelial do fungo na superfície do fruto (Adisa &
61 Fajola, 1982).

62 O patógeno pode sobreviver na forma de microconídios e clamidósporos, no solo ou
63 no fruto apodrecido. Sob condições de alta umidade relativa do ar, os esporos podem ser
64 produzidos nos restos de cultura. Os principais agentes de disseminação são o vento, insetos
65 (atraídos pelo cheiro adocicado dos tecidos infectados) e por salpicos de chuvas (MATOS;
66 SANCHES, 2007).

67 Estudos diversos têm relacionado o efeito da temperatura e período de molhamento
68 sobre o desenvolvimento de doenças fúngicas (Wilson et al., 1990; Silva et al., 2001; Lima
69 Filho, 2003). No entanto, os patógenos diferem em suas preferências por alta ou baixa
70 temperatura, uma vez que a mesma pode afetar a germinação e o número de esporos formados
71 (Agrios, 2005). Os fungos causadores de podridões pós-colheita geralmente crescem na faixa
72 de 20° a 25° C (Adaskaveg et al., 2002). Já a umidade é um fator indispensável para a
73 germinação da maioria dos esporos fúngicos e para a penetração do tubo germinativo no
74 hospedeiro, além de aumentar a suscetibilidade a fitopatógenos, afetando a incidência e a
75 severidade da doença (Agrios, 2005).

76 No caso da podridão negra do abacaxi, a incidência da doença é intensificada pela
77 associação de alta umidade relativa e temperatura amena (MATOS; SANCHES, 2007). A
78 ocorrência de chuva durante a colheita resulta, geralmente, em altos percentuais de frutos
79 infectados, os quais perdem o valor comercial (BARBOSA; SILVA, 2006).

80 O manejo da doença considerando o efeito da temperatura sobre o desenvolvimento do
81 patógeno, os frutos devem ser armazenados e transportados entre 7,5 °C e 10 °C, temperatura
82 essa que reduz acentuadamente o desenvolvimento da doença. (MATOS; SANCHES, 2007).
83 A temperatura de armazenamento é, portanto, o fator ambiente mais importante, não só do
84 ponto de vista comercial, como também por controlar a senescência, uma vez que regula as
85 taxas de todos os processos fisiológicos associados (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

86 Diante da necessidade de se conhecer os aspectos relacionados à influência dos fatores
87 ambientais que condicionam perdas pós-colheita do abacaxi, o estudo da interação patógeno-
88 hospedeiro-ambiente é imprescindível. Considerando os poucos estudos sobre a
89 epidemiologia deste patossistema, o trabalho objetivou a avaliação de método de inoculação,
90 concentração de inóculo de *C. paradoxa*, e a influência da temperatura e do período de
91 molhamento de três isolados sobre o desenvolvimento da podridão negra em abacaxi 'Pérola'.

92 MATERIAL E MÉTODOS

93 **Obtenção dos isolados e preparação do inóculo**

94 Os isolados CMM-1183 da Paraíba, e os isolados CMM-1188 e CMM-1029 de
95 Pernambuco de *C. paradoxa* foram obtidos da Coleção de Fungos Fitopatogênicos "Maria
96 Menezes" da Universidade Federal Rural de Pernambuco. E mantidos em tubos de ensaio
97 contendo meio batata-dextrose-ágar (BDA), para realização de ensaios posteriores.

98 O inóculo do patógeno foi produzido em placas de Petri com meio de BDA, mantidas
99 durante sete dias a 25 ± 2 °C, sob alternância luminosa (12 h claro/12 h escuro). As
100 suspensões de esporos foram preparadas pela adição de água destilada esterilizada (ADE) à

101 superfície das culturas, filtragem em camada dupla de gaze e ajuste da concentração em
102 hemacitômetro.

103 **Teste de patogenicidade e método de inoculação**

104 Para o teste de patogenicidade foram utilizados abacaxis 'Pérola' sadios em estágio de
105 maturação comercial 1 (Chitarra & Chitarra, 1990), provenientes da Companhia de
106 Abastecimento e Armazéns Gerais do estado de Pernambuco (CEAGEPE). Os frutos foram
107 lavados individualmente com água e sabão, e colocados para secar a temperatura ambiente de
108 laboratório. A inoculação foi realizada em duas regiões do fruto (peduncular e equatorial) e
109 por dois métodos de inoculação: no primeiro com discos de meio BDA contendo estruturas de
110 *C. paradoxa* sobre fermento obtido através de um furador com oito furos de 2 mm de
111 profundidade. No segundo, por deposição de 10µl a suspensão de conídio na concentração de
112 10⁶ conídios/mL sobre o fermento na fruta. Em seguida, os frutos inoculados foram
113 colocados por 24 horas em câmara úmida, constituída de um saco plástico e um chumaço de
114 algodão umedecido em ADE. A testemunha foi representada por um fruto ferido da mesma
115 forma descrita, sendo o inóculo substituído por disco de BDA e 10 µL de ADE.

116 A avaliação foi realizada sete dias após a inoculação, medindo-se o diâmetro das
117 lesões em dois sentidos e opostos estabelecendo-se as médias comparadas pelo teste de Tukey
118 ao nível de 5 % de probabilidade, utilizando-se o Programa Sanest (Ribeiro Júnior, 2001).

119 **Influência da concentração de inóculo de *Chalara paradoxa*, temperatura e período de 120 molhamento na severidade da podridão negra do abacaxi**

121 Frutos de abacaxizeiro no estágio de maturação comercial 1 (Chitarra & Chitarra,
122 1990) foram inoculados com fermento, obtidos por meio de um furador com oito furos de 2
123 mm de profundidade na região do pedúnculo, com as suspensões de conídios dos três isolados
124 de *C. paradoxa*, nas concentrações de 10, 10², 10³, 10⁴, 10⁵, 10⁶ e 10⁷ conídios/mL. Após a
125 inoculação, os frutos foram mantidos em câmara úmida por 24 h. Durante todo o período

126 experimental, as bandejas contendo as frutas foram mantidas a 25 °C, sob alternância
127 luminosa (12 h claro/12 h escuro). O delineamento experimental foi o inteiramente
128 casualizado, em arranjo fatorial 3x7, representado por três isolados do patógeno e sete
129 concentrações de inóculo, com cinco repetições por tratamento.

130 Para influência da temperatura, abacaxis no estágio de maturação comercial 1 foram
131 aclimatados às temperaturas de 10, 15, 20, 25, 30 e 35 °C, durante 12 horas. Posteriormente,
132 as frutas foram inoculadas conforme supracitado, na concentração de 10⁶ conídios/mL dos
133 isolados de *C. paradoxa*. Após a inoculação, as frutas foram mantidas em câmara úmida por
134 24 h. Durante todo o período experimental, as bandejas contendo as frutas, foram mantidas
135 nas respectivas temperaturas de aclimação, sob alternância luminosa. Passado o período de
136 incubação, o desenvolvimento dos sintomas foi avaliado através do diâmetro das lesões,
137 obtido com uma régua milimetrada, O delineamento experimental foi o inteiramente
138 casualizado, em arranjo fatorial 3x6, representado três isolados do patógeno e seis
139 temperaturas, com cinco repetições por tratamento.

140 No tocante aos períodos de molhamento (0, 6, 12, 24, e 36 h) foram obtidos com sacos
141 plásticos umedecidos. Os abacaxis no estágio de maturação comercial foram inoculadas com
142 1x10⁶ conídios/mL e mantidos na temperatura de 25 °C, sob alternância luminosa.

143 A avaliação foi realizada cinco dias após as inoculações, medindo-se o tamanho das
144 lesões em sentido diametralmente oposto com régua milimetrada. O delineamento
145 experimental foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3x5, representado três
146 isolados do patógeno e cinco períodos de molhamento, com cinco repetições por tratamento.

147 Os dados de severidade obtidos foram submetidos à análise de regressão, para
148 selecionar os modelos com os melhores ajustes às curvas de severidade da podridão negra em
149 função da concentração do inóculo, temperatura e período de molhamento, com base no

150 coeficiente de determinação (R^2), com o auxílio do programa Windows XP Professional for
151 Office in Excell 2007.

152 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

153 **Teste de patogenicidade e métodos de inoculação**

154 Todos os isolados testados mostraram-se patogênicos ao abacaxi quando inoculados
155 com ferimentos na região equatorial e pedúnculo. Não houve diferença significativa entre as
156 regiões do abacaxi inoculado com *C. paradoxa*, com exceção do isolado CMM 1588, no qual
157 a região equatorial apresentou maiores lesões em relação à região peduncular (Figura 1). Os
158 sintomas da doença provocados pelos fitopatógenos foram caracterizados pela exsudação do
159 suco, apresentar polpa de coloração amarelo-intenso e os feixes vasculares se tornaram
160 escurecidos, conforme os sintomas descritos em estudos anteriores por Adisa e Fajola (1982).

161 Quanto aos métodos de inoculações, disco (D) e suspensão (S), não houve diferença
162 significativa na severidade dos isolados testados na região peduncular e equatorial da fruta.
163 Entre os isolados, o CMM 1183 apresentou maior severidade, diferindo dos demais, com
164 exceção do CMM 1588 quando inoculado com disco de micélio no pedúnculo e na região
165 equatorial da fruta (Figura 2 a, b).

166 Segundo Barbosa & Silva (2006), a infecção por *C. paradoxa*, ocorre entre oito e 12
167 horas após o ferimento, iniciando-se, freqüentemente, a partir do ferimento existente no
168 pedúnculo, por ocasião da colheita. De modo geral, o método suspensão requer uma maior
169 quantidade de inóculo que os demais. O uso do método de inoculação por suspensão de
170 conídios justifica-se pela padronização da quantidade de inóculo depositada sobre a superfície
171 do hospedeiro. A inoculação com o disco de meio de cultura contendo estruturas do patógeno
172 possui uma fonte extra de substrato, coisa que não ocorre na natureza (Silveira, 2001).

173

174 **Influência da concentração de inóculo de *Chalara paradoxa*, temperatura e período de**
175 **molhamento na severidade da podridão negra do abacaxi**

176 A concentração do inóculo de *C. paradoxa* influenciou a severidade da podridão negra
177 do abacaxi, sendo aumentada com o incremento da concentração de inóculo de 10^4 a 10^7
178 conídios/mL, atingindo maior severidade nas concentrações 10^6 e 10^7 conídios/mL em todos
179 os isolados analisados (Figura 3 a, b, c). O aumento na concentração de inóculo é geralmente
180 responsável pelo aumento do nível da infecção, visto que para ocorrer o processo da infecção,
181 é necessário que exista uma quantidade viável de inóculo (Vale et al., 2004).

182 Na menor concentração de inóculo (10^1 conídios/mL) foi registrado um nível da
183 doença considerável para o isolado CMM 1183 (Figura 3 b). Esse resultado pode estar
184 associado às variações existentes na agressividade de cada isolado. Isso pode ser explicado
185 por fatores externos, como as diferenças edafoclimáticas das regiões de onde se obtiveram os
186 isolados, ou por fatores internos, em que um isolado dentro da mesma espécie difere de outro
187 devido à suas características genéticas (Lima, 1996).

188 O aumento da severidade com o aumento da concentração de inóculo do patógeno
189 destaca a importância de redução do inóculo para reduzir os riscos de epidemias na pós-
190 colheita (Oliveira et al., 2006). Sendo assim, a primeira medida de controle da podridão negra
191 do fruto consiste em eliminar os restos culturais para reduzir o potencial de inóculo na área, e
192 eliminar também fontes de inóculo nas proximidades dos locais onde as frutas serão
193 processadas em pós-colheita (packing-house e armazéns) (Matos, 2005).

194 As curvas de progresso da severidade da podridão negra, em função das concentrações
195 de inóculo de *C. paradoxa*, tiveram um ótimo ajuste pelo modelo de regressão exponencial,
196 com coeficientes de determinação de 97,75% (CMM 1029), 94,65% (CMM 1183) e 86,86%
197 (CMM 1588) (Figura 3 a, b, c).

198 A temperatura influenciou significativamente na severidade da podridão negra nos
199 frutos de abacaxizeiro. De acordo com as curvas obtidas, pôde-se verificar a faixa de
200 temperatura que mais favoreceu o desenvolvimento da doença. A severidade máxima foi
201 observada na faixa entre 25 °C para todos os três isolados utilizados (Figura 4 a, c, e). De
202 acordo com Góes (2005), esta doença pode constituir-se no principal problema se os frutos
203 colhidos forem mantidos a temperatura ambiente por período superior a três dias. Pessoa et al.
204 (2007) relatam que as temperaturas entre 20 a 30° C além de promover o maior
205 desenvolvimento da antracnose em banana (*Musa spp.*), também foram responsáveis pelas
206 maiores lesões sobre a superfície da fruta.

207 De modo geral, o incremento da temperatura de 10° para 30 °C proporcionou um
208 aumento na severidade da doença, enquanto que a partir dessa última temperatura ocorreu
209 uma redução acentuada na severidade dos isolados testados. De acordo com Góes (2005), em
210 temperaturas acima de 34 °C o fungo *C. paradoxa* tem seu desenvolvimento retardado.
211 Resultado obtido de estudo com tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), não foi verificada a
212 incidência de podridão quando as frutas foram inoculadas com *Fusarium verticillioides*
213 (Sacc.) Nirenberg e incubadas nas temperaturas de 5 e 35 °C, e nessa última verificou-se a
214 menor incidência de podridões causadas por *Geotrichum candidum* Link. Ex Pers. e *Rhizopus*
215 *stolonifer* (Ehrenb.: Fr)Vuill (Silveira, 2001).

216 Apenas no isolado CMM 1029 não foi constatado o desenvolvimento da doença na
217 temperatura de 10 °C (Figura 4 a). Este fato pode estar relacionado à adaptação de alguns
218 isolados á condições de armazenamento. Matos (2005) acrescenta que as frutas,
219 adicionalmente devem ser armazenadas e transportadas a 10 °C para reduzir o
220 desenvolvimento da podridão negra do abacaxi.

221 Segundo Frossard (1978), faixas de temperaturas abaixo de 8 °C inibem o crescimento
222 de *C. paradoxa* e o ótimo situa-se em torno de 25 °C. No entanto, o uso de refrigeração com 8

223 a 9 °C) retarda o processo infeccioso desse fungo, mas não evita seu desenvolvimento (Goes,
224 2005). Em estudos preliminares com *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.)Sacc. e *C.*
225 *acutatum* Simmons em goiaba (*Psidium guajava* L.), não foi verificada a infecção sob
226 temperatura de 10 °C para nenhuma das espécies testadas (Soares et al., 2008).

227 Arinze (1986) não constatou a presença de lesões em frutos de solanáceas quando
228 inoculadas com *R. stolonifer* e incubados a 5 °C, sendo a temperatura um fator limitante para
229 o progresso de podridões, uma vez que a germinação de esporos é inibida em temperaturas
230 inferiores a 6 °C. O manejo da temperatura é um fator tão crítico no controle de doenças pós-
231 colheita, que os demais métodos de controle são denominados, em alguns casos, de
232 suplementares à refrigeração (Sommer, 1982).

233 A umidade é indispensável para a germinação da maioria dos esporos fúngico e para a
234 penetração do tubo germinativo no hospedeiro, pois aumenta a suscetibilidade a certos
235 patógenos, afetando a incidência e a severidade da doença (Agrios, 2005).

236 No entanto os resultados obtidos nesse trabalho verificaram que o desenvolvimento de
237 sintomas da podridão negra do abacaxi independe da presença de câmara úmida (Figura 4).
238 Assim, a ocorrência de infecção pelo patógeno na ausência de câmara úmida indica que
239 apenas a umidade associada aos exsudatos liberados pela fruta após a realização de ferimentos
240 é suficiente para dar início aos processos envolvidos na patogênese.

241 Todos os períodos de molhamento testados proporcionaram desenvolvimento de
242 lesões no abacaxi. As maiores lesões foram ocasionadas pelo isolado CMM 1183 submetido a
243 24 horas de período de molhamento (Figura 4 d). Para o isolado CMM 1588 não foi
244 observado diferença significativa quando os dados foram submetidos a análise de variância.

245 Assim, a ocorrência de chuva durante a colheita resulta, geralmente, em altos
246 percentuais de frutos infectados, os quais perdem o valor comercial (Barbosa & Silva, 2006).
247 Estudos realizados com *Colletotrichum musae* (Berk. & Curtis) von Arx em bananas

248 mostraram que as frutas submetidas ao período de molhamento de 36 horas associadas às
 249 temperaturas ao redor de 25 a 30 °C proporcionaram as maiores lesões (Pessoa et al., 2007).
 250 De modo semelhante, em isolados de *C. gloeosporioides* sobre a antracnose do maracujá
 251 amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.), verificou efeito significativo da temperatura ao
 252 redor de 30 °C e período de molhamento em torno de 12 a 36 horas no desenvolvimento das
 253 lesões (Lima Filho, 2003).

254 Os resultados obtidos no presente trabalho permitem concluir que as condições ótimas
 255 para o estabelecimento da doença consistem em concentrações de inóculo alta; temperatura
 256 em torno de 25 °C independente de câmara úmida. Portanto, práticas de manejo que evite os
 257 ferimentos nas frutas, o controle das variáveis ambientais na fase de pós-colheita, como
 258 umidade e temperatura, bem como a redução das fontes de inóculo é fundamental para
 259 diminuir a severidade da podridão negra em abacaxi, ocasionada por *C. paradoxa*.

260 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- 261 Adaskaveg JA, Förster H, Sommer NF (2002) Principles of postharvest pathology and
 262 management of decays of edible horticultural crops. In.: Kader AA (Ed.) Postharvest
 263 technology of crops. 3^a ed. University of California Agriculture and Natural. pp.163-193.
- 264 Adisa VA, Fajola A (1982) O Post-harvest fruit rots of pineapple (*Ananas comosus*) in Nigéria.
 265 Fitopatologia Brasileira 7:97-103.
- 266 Arinze AE (1986) Post-harvest diseases of tomato fruits in Southern Nigéria. Fitopatologia
 267 Brasileira 11:637-645.
- 268 Agrios GN (2005) Plant Pathology. 5^{ed} Ed. Amsterdam. Elsevier Academic Press.
- 269 Barbosa AG, Silva RLX (2006) Doenças do Abacaxi. In: Oliveira SMA, Terão D, Dantas
 270 SAF, Tavares SCCH (Eds.) Patologia pós-colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais.
 271 Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, pp. 495-513.

- 272 Cabral JRS, Souza JS, Ferreira FR (1999) Variabilidade genética e melhoramento do abacaxi.
273 In: Queirós MA, Goedert CO, Ramos SRR (Eds.) Recursos genéticos e melhoramento de
274 plantas para o Nordeste brasileiro. EMBRAPA/CPATSA. www.cpatosa.embrapa.br/catalogo
275 [/livror.org/abacaxi.pdf](http://livror.org/abacaxi.pdf).
- 276 Chitarra MIF, Chitarra AB (1990). Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio.
277 Lavras: ESAL/FAEPE, 320p.
- 278 FAO. FAOSTAT – Agricultural statistics database (2008) Rome: World Agricultural
279 Information Center. Disponível em: <http://apps.fao.org>. Acesso em: 24 jun. 2008.
- 280 Freire FCO (2006) Doenças atuais e Potenciais das principais fruteiras e flores ornamentais do
281 Nordeste. *Fitopatologia Brasileira* 31:S38-S44.
- 282 Frossard P (1978) Lute contre la pourriture de l' ananás à *Thielaviopsis paradoxa* importance
283 de la temperature de conservation et de la désinfection fongicide. *Fruits* 33:91-99.
- 284 Goes A (2005) Podridão negra dos frutos e podridão da base da muda – *Ceratocystis*
285 *paradoxa* (anamorfo *Chalara paradoxa*). In: Kimati H, Amorim L, Rezende JAM, Bergamim
286 Filho A, Camargo LEA (Eds.). *Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas*. 4 ed.
287 São Paulo: Agronômica Ceres, 2:10-11.
- 288 Lima JAS (1996) Caracterização patogênica, fisiológica, cultural e isoesterásica de isolados
289 de *Botryodiplodia theobromae* (Pat.) agente causal da morte descendente da mangueira
290 (*Mangifera indica* L.). (Mestrado). Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- 291 Lima Filho RM (2003) Caracterização isoenzimática, inoculações cruzadas de *Colletotrichum*
292 e influência da temperatura no desenvolvimento da antracnose em maracujá. (Mestrado em
293 Fitossanidade/Fitopatologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- 294 Matos AP (2005) Manejo integrado da podridão-negra do fruto do abacaxizeiro. Embrapa
295 Mandioca e Fruticultura: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. 34.

- 296 Oliveira SMA, Terao D, Dantas SAF, Tavares, SCCH (2006) Patologia pós-colheita: frutas,
297 olerícolas e ornamentais tropicais. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica.
- 298 Pessoa WRLS, Oliveira SMA, Dantas SAF, Tavares SCCH, Santos AMG (2007) Efeito da
299 temperatura e período de molhamento sobre o desenvolvimento de lesões de *Colletotrichum*
300 *musae* em banana. Summa phytopathologica 33:147-151.
- 301 Ribeiro Junior, JI (2001). Análises estatísticas no SAEG. Viçosa:UFV. 301p.
- 302 Silva SR, Rios GP, Silva SC (2001) Influência da resistência e do período de molhamento na
303 infecção e desenvolvimento de lesões de ferrugem no feijoeiro. Fitopatologia Brasileira
304 26:726-731.
- 305 Silveira NSS, Michereff SJ, Mariano RLR, Tavares LA, Maia LC (2001) Influência da
306 temperatura, período de molhamento e concentração do inóculo de fungos na incidência de
307 podridões pós-colheita em frutos de tomateiro. Fitopatologia Brasileira 26:33-38.
- 308 Soares AR, Lourenço AS, Amorim L (2008) Infecção de goiabas por *Colletotrichum*
309 *gloeosporioides* e *Colletotrichum acutatum* sob diferentes temperaturas e períodos de
310 molhamento. Tropical Plant Pathology 33:265-272.
- 311 Sommer NF (1982) Postharvest handling practices and postharvest diseases of fruit. Plant
312 disease 66:357-364.
- 313 Vale FXR, Jesus Jr WC, Zambolim L (2004) Natureza das epidemias. In: Vale FXR, Jesus Jr
314 WC, Zambolim L (Eds.) Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas. Belo
315 Horizonte:Perfil pp.21-48.
- 316 Wilson LL, Madden LV, Ellis MA (1990) Influence of temperature and wetness duration on
317 infection of immature and mature strawberry fruit by *Colletotrichum acutatum*.
318 Phytopathology 80:111-116.
- 319
- 320

321

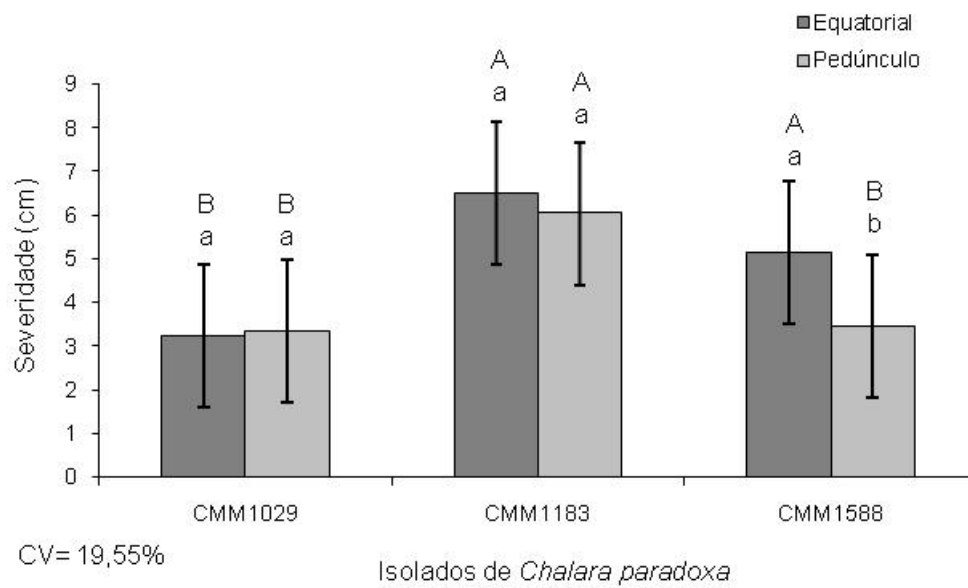
322

323

324

325

326



327

328 *Médias de quatro repetições. Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre regiões e maiúscula dentre
 329 isolados, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P= 0,05).

330

331

332

333 **FIG. 1** - Severidade (cm) de *Chalara paradoxa* sobre abacaxi, inoculados na região equatorial

334 e peduncular.

335

336

337

338

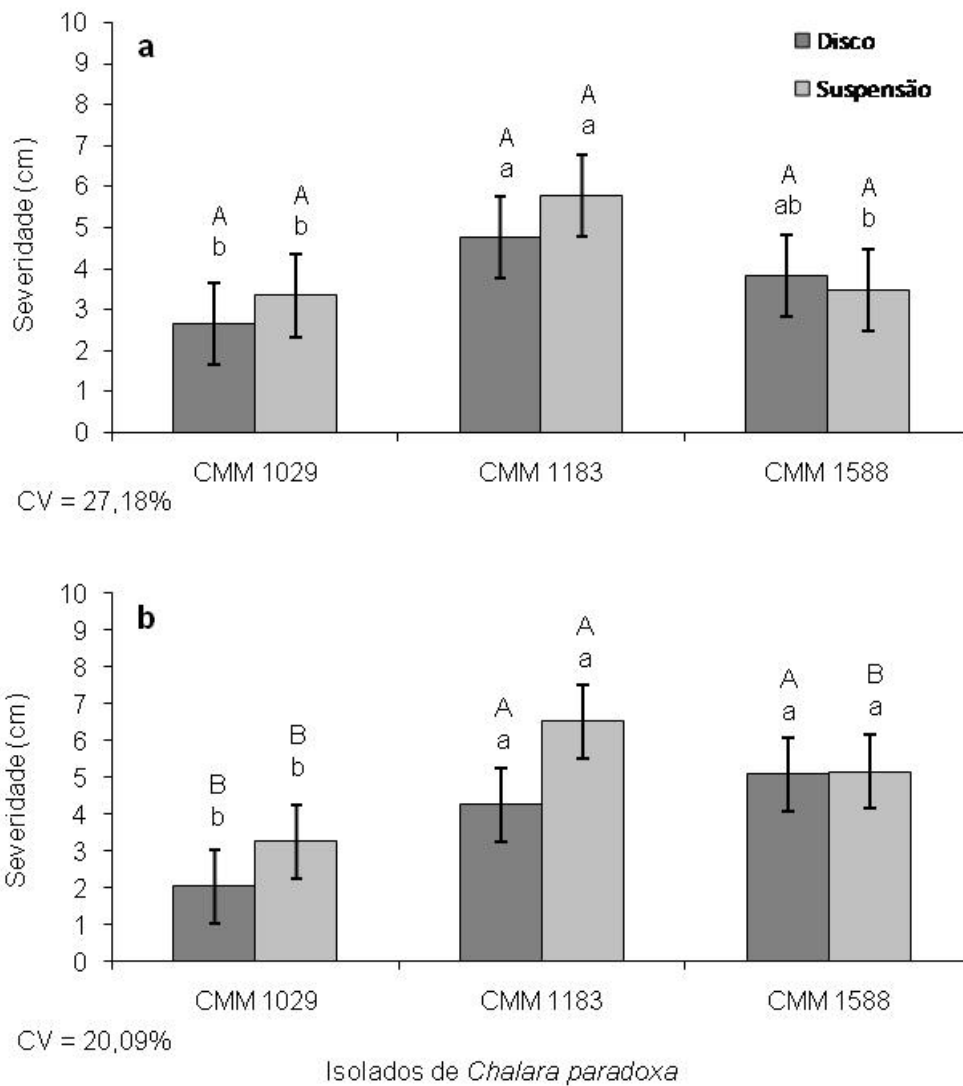
339

340

341

342

343



344

345 *Médias de quatro repetições. Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre métodos de inoculação e
 346 maiúscula dentre isolados, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P= 0,05).

347

348

349

350

351

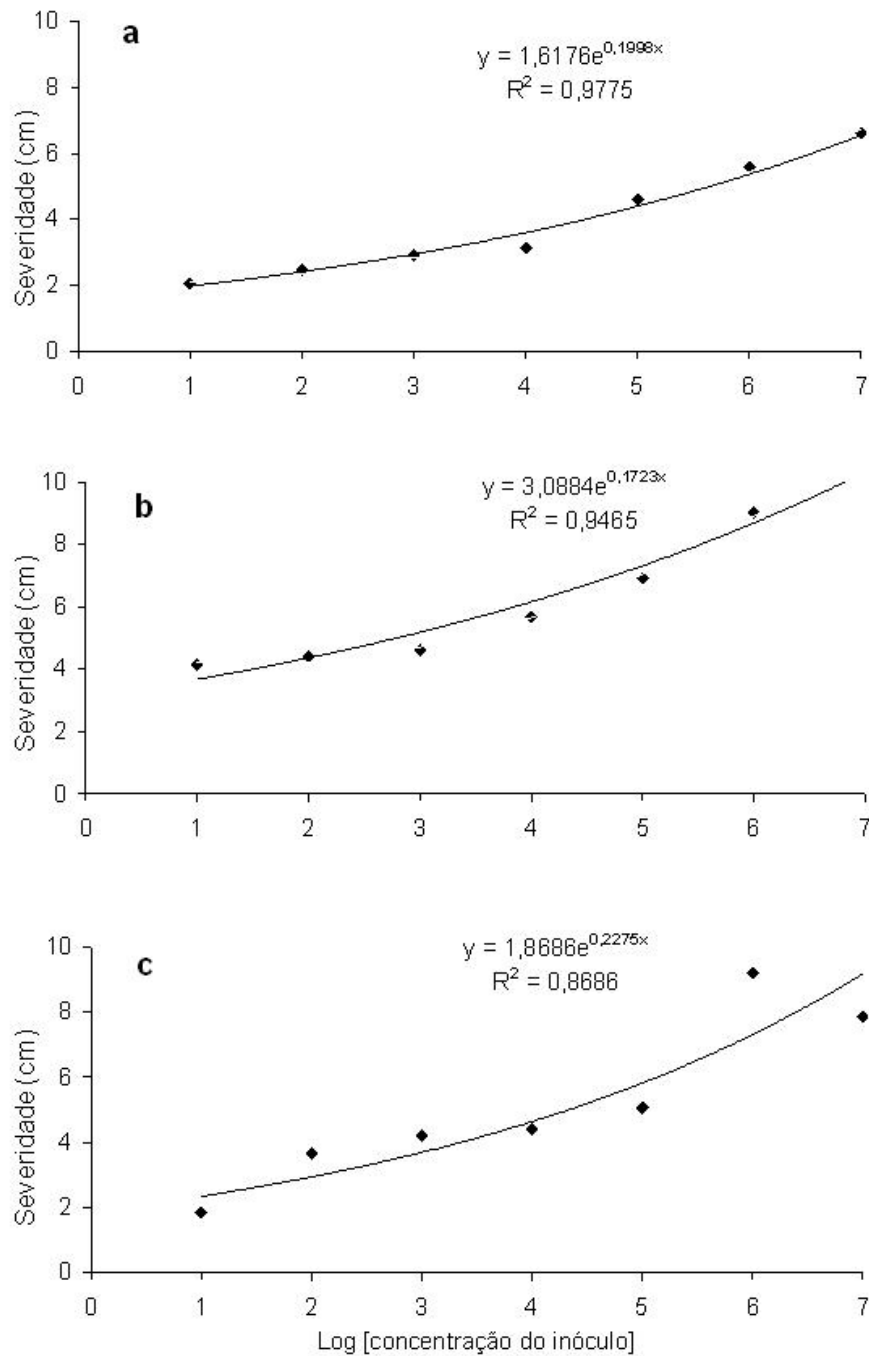
FIG. 2 - Severidade (cm) de *Chalara paradoxa* sobre abacaxi, inoculados com disco (D) e
 352 suspensão (S). a = abacaxis inoculados na região peduncular; b = abacaxis inoculados
 353 na região equatorial.

354

355

356

357



358

359

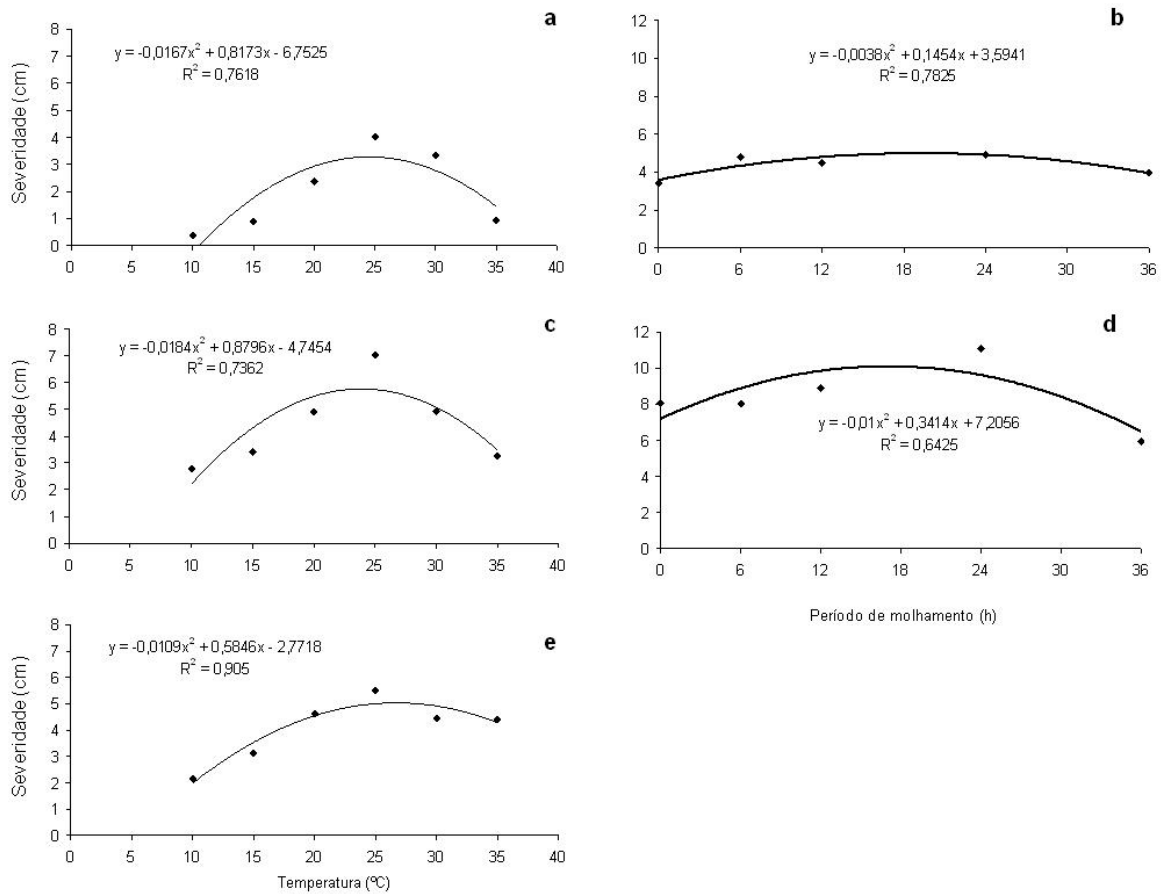
360 **FIG. 3** – Influência da concentração de três isolados de *Chalara paradoxa*, na severidade da

361 podridão negra do abacaxi 'Pérola', aos cinco dias após inoculação. (a) corresponde ao

362 isolado CMM 1029; (b) ao isolado CMM 1183; e (c) ao isolado CMM 1588.

363

364



365

366

367 **FIG. 4** – Influência da temperatura e período de molhamento, na severidade da podridão

368 negra do abacaxi ‘Pérola’, aos cinco dias após inoculação com três isolados de

369 *Chalara paradoxa*. a, b = isolado CMM 1029; b, d = isolado CMM 1183; e =

370 isolado CMM 1588.

371

372

373

374

375

CAPÍTULO III

**Efeito de extratos vegetais sobre a podridão-negra do abacaxi
associado e avaliação físico-química da fruta**

1 **EFEITO DE EXTRATOS VEGETAIS SOBRE A PODRIDÃO NEGRA DO ABACAXI**
2 **E AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA FRUTA**

3 Maria Z. Alves^{1,2}, Sônia M.A. Oliveira¹, Erlen K. C. e Silva^{1,2}, Wagner R.L.S. Pessoa¹,
4 Jarcileide de Oliveira¹, Elizabeht R. Alexandre¹ & Albaneide L. Lopes^{1,2}

5 1Laboratório de Patologia Pós-Colheita, Fitopatologia, 2Bolsista CAPES, Departamento de
6 Agronomia, Área Fitopatologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, CEP 52.171-
7 900, Recife-PE, e-mail: delania_mossoro@yahoo.com.br

8 (Aceito para publicação em .../.../.....)

9 Autor para correspondência: Sônia M.A. Oliveira

10 Alves MZ, Oliveira SMA, Silva EKC, Pessoa WRLS, Oliveira J, Alexandre ER, Lopes AL.
11 Efeito de extratos vegetais sobre a podridão-negra do abacaxi associado e avaliação físico-
12 química da fruta. Tropical Plant Pathology.

13 **RESUMO**

14 A fruta do abacaxizeiro pode ser infectado por *Chalara paradoxa*, responsável pela podridão
15 negra, a qual é considerada a principal doença pós-colheita da cultura. O corte do pedúnculo e
16 ferimentos na casca da fruta favorecem a infecção. Com o objetivo de desenvolver uma forma
17 alternativa de controle na pós-colheita, foram realizados ensaios para avaliar o efeito de
18 extratos vegetais e possíveis alterações físico-químicas na fruta. Os tratamentos foram
19 aplicados nas concentrações de 25 %, 50 %, 75 % e 100 % para os extratos vegetais e 50; 100;
20 150; 200; 300 $\mu\text{L.mL}^{-1}$ para o Ecolife® (extrato cítrico) e o fungicida prochloraz. Abacaxis
21 sadios foram desinfestados e submetidos à imersão em solução dos tratamentos por um
22 período de cinco minutos. A testemunha constou de frutas imersas em água destilada. Após
23 24 horas foi realizada inoculação com fermento, por suspensão de conídios de *C. paradoxa*
24 na concentração de 10^6 conídios/mL. Após a inoculação, as frutas foram mantidas em câmara
25 úmida por 24 h. A severidade foi avaliada cinco dias após a inoculação, realizada através da

26 média do diâmetro da lesão em dois sentidos opostos. Para os fatores físico-químicos das
27 frutas tratadas, avaliou-se teores de mg de ácido ascórbico.100 mg⁻¹ (vitamina C), acidez total
28 titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST) e pH. Todos os extratos testados demonstraram
29 propriedades fungitóxicas. Os tratamentos não causaram alteração nos teores de SST, ATT.
30 Ocorreu uma redução significativa nos teores de ácido ascórbico e pH quando comparados
31 com as testemunhas, no entanto, os teores permaneceram dentro da faixa aceitável para a
32 comercialização.

33 **Palavras-chaves:** *Ananas comosus*, *Chalara paradoxa*, pós-colheita, patogênese, controle
34 alternativo.

35 ABSTRACT

36 **Effect of vegetable extracts on the black rot of pineapple fruit and physiochemical** 37 **evaluation in the fruit**

38 The black-rot caused by *Chalara paradoxa* is considered the main disease in post-harvested
39 pineapple in the world. The cutting of the stalk and other injuries in the fruit peel may
40 promote infections. In order to develop an alternative form of control during in post-harvest,
41 we evaluated the effect of plant extracts in terms of physical and chemical changes. Three
42 treatments were applied (plant extracts, the Ecolife and a fungicide) in concentrations of 25
43 %, 50 %, 75 % and 100 % for the plant extracts and 50, 100, 150, 200, 300 µL.mL⁻¹ for the
44 Ecolife ® (citrus extract) and a fungicide. Healthy pineapples were disinfected and immersed
45 in a solution of the different treatments for five minutes. The control consisted of fruit
46 immersed in distilled water. After 24 hours, inoculation with wounding with conidial
47 suspension of *C. paradoxa* in the concentration of 10⁶ conidia / mL. After inoculation, fruits
48 were kept in a moist chamber for 24 h. The severity was assessed five days after inoculation,
49 in which the average diameter of the lesion in two diametrically opposite directions was
50 measured. For the physico-chemical factors, we focus on levels of mg acid ascórbico.100

51 mg⁻¹ (vitamin C), titratable acidity (TTA), total soluble solids (TSS) and pH. All tested
52 extracts showed fungitoxic properties. The treatments caused no significant changes in levels
53 of TSS and TTA, but there was a significant reduction in levels of vitamin C and pH
54 compared to the control but remained within an acceptable range.

55 **Keywords:** *Ananas comosus*, *Chalara paradoxa*, postharvest, pathogenesis.

56

57 INTRODUÇÃO

58 O Brasil é o maior produtor mundial de abacaxi [*Ananas comosus* L. (Merr)],
59 respondendo por 14,12 % do total anual produzido, no período de 2007. Na segunda posição,
60 encontra-se a Tailândia (12,29%), e, no terceiro lugar, Filipinas (10,06%). A produção
61 nacional de abacaxi totalizou 1.784.278 milheiros de frutas em 2007, superando em 4,33 % no
62 ano de 2006 (FAO, 2008). Os cultivares de abacaxi mais conhecidos no mundo, para
63 consumo ao natural e para a industrialização são Smooth Cayenne, Singapore Spanish, Queen,
64 Espanola Roja, Pérola e Perolera (Cabral et al. 1999).

65 No Brasil, ‘Smooth Cayenne’ e ‘Pérola’ são as mais utilizadas comercialmente. A
66 grande importância da cultura evidencia-se pelo aumento da demanda, pois o abacaxi está
67 cada vez mais apreciado em todo o mundo por suas qualidades organolépticas, sobretudo,
68 pelo reconhecido valor nutritivo e qualidades terapêuticas que apresenta (Cunha, 1999).

69 Várias doenças como a fusariose ou gomose (*Fusarium subglutinans* Nelson, Tousson
70 & Marasas) têm sido relatadas como causadoras de grandes perdas na produção de abacaxi.
71 Na fase de pós-colheita, a podridão negra do abacaxi causada pelo fungo *Chalara paradoxa*
72 (De Seyn.) Sacc.), é considerada a principal doença da cultura em todo o mundo. No Brasil,
73 esta disseminada em todos os estados produtores do abacaxi, sendo responsável por perdas
74 elevadas, tanto em frutas para consumo *in natura*, quanto naquelas destinadas à indústria de
75 processamento (Freire, 2006).

76 A podridão resultante da atividade do patógeno ocasiona grande perda à cultura,
77 principalmente quando cultivados em áreas distantes de locais de consumo (Silveira et al.,
78 2005). O fungo penetra, principalmente, por meio de ferimentos ocasionados pelo corte do
79 pedúnculo ou na casca da fruta, favorecendo o início da infecção. Observa-se com o avanço
80 da colonização do *C. paradoxa*, uma exsudação do suco, de odor característico ao de álcool
81 etílico, decorrente da fermentação da glicose, que vai resultar num fruto oco, contendo apenas
82 as fibras dos feixes vasculares. Com o avanço da doença, ocorre frequentemente esporulação
83 e crescimento micelial do fungo na superfície da fruta (Adisa & Fajola, 1982).

84 A utilização de extratos de plantas medicinais com propriedades antifúngicas destaca-
85 se também como uma potencial alternativa ecológica para substituir a proteção tradicional
86 promovida pela aplicação de fungicidas químicos que pode ser agregada às demais práticas do
87 manejo integrado de doenças e contribuir para atender à crescente demanda por produtos
88 orgânicos (Carvalho et al., 2000). Trabalhos desenvolvidos com extrato bruto ou óleo
89 essencial de plantas medicinais e aromáticas, obtidos a partir da flora nativa, têm indicado o
90 potencial de controle de fitopatógenos, tanto pela ação fungitóxica direta inibindo o
91 crescimento micelial e a germinação de esporos, quanto pela indução de fitoalexinas,
92 indicando a presença de compostos com características de elicitores (Stangarlin et al., 1999;
93 Schwar-Estrada et al., 2000; Salgado 2003; Bonaldo et al., 2004; Basto & Albuquerque,
94 2004).

95 Entretanto, para se obter resultados satisfatórios no uso dos extratos vegetais é
96 necessário que as doses aplicadas não venham comprometer as características de qualidade do
97 fruto, por isso, adequar à dose ideal constitui um desafio para todos os pesquisadores uma vez
98 que os resultados podem sofrer influências de fatores intrínseco e extrínseco ao produto (Silva
99 et al., 2008). Tanto a aparência quanto suas características de sabor e aroma podem ser
100 severamente comprometidas pelo escurecimento interno e por infecções microbianas.

101 Segundo Bautista-Baños et al. (2003), o crescimento micelial, formação e germinação de
102 esporos, e infecção podem ser estimulados ou inibidos por extratos de plantas. Além da
103 depreciação da aparência, alterações físicas, físico-químicas e químicas podem ser
104 constatadas (Gonçalves, 2000).

105 Tendo em vista que no Brasil encontram-se poucos trabalhos verificando o efeito do
106 patógeno na composição físico-química dos alimentos, fato de grande importância para o
107 consumo *in natura*, e o processamento industrial, este trabalho teve como objetivo avaliar a
108 eficiência do uso de extratos vegetais brutos sobre a podridão negra do abacaxi, como
109 controle alternativo aos químicos, e possíveis às alterações na composição físico-química dos
110 frutos de abacaxizeiro.

111 MATERIAL E MÉTODOS

112 Preparação dos extratos vegetais brutos

113 Foram utilizados os extratos vegetais de alho (*Allium sativum* L.), cebola (*Allium cepa*
114 L.), melão-de-São-Caetano (*Momordica charantia* L.), alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.),
115 gengibre (*Zingiber officinale* Rox.), polpa e casca do abacaxi. Para obtenção dos extratos
116 vegetais brutos após a coleta, o material vegetal foi submetido ao desfolhamento e as folhas
117 distribuídas em bandejas para a redução do teor de umidade. Decorridos cinco dias de
118 manutenção das bandejas à temperatura de 30 ± 2 °C e 55 % de umidade relativa do ar,
119 trituradas em liquidificador industrial por cinco minutos para obtenção do extrato aquoso na
120 concentração desejada. Foram utilizados 200 g de folhas trituradas de cada espécie, em 1000
121 mL de água destilada e esterilizada, durante três dias consecutivos ao abrigo da luz.
122 Posteriormente, os extratos foram filtrados em camada dupla de gaze e acondicionados em
123 frascos de vidro envolvidos em papel alumínio e mantidos por 30 dias à temperatura de
124 aproximadamente 25 °C.

125 Para obtenção de extrato de alho e gengibre, 200 g de bulbo e rizoma,
126 respectivamente, foram triturados em liquidificador em 1000 mL de água destilada.
127 Posteriormente, filtrados em camada dupla de gaze.

128 **Preparo do inóculo**

129 O inóculo de *C. paradoxa* foi produzido em placa de Petri contendo meio de cultura
130 batata-dextrose-ágar (BDA), mediante incubação por 10 dias a 25 °C sob alternância luminosa
131 (12 h claro/ 12 h escuro). A suspensão de esporo foi preparada pela adição de 20 mL de água
132 destilada esterilizada à superfície das culturas, raspagem com escova de cerdas macias,
133 filtragem em camadas dupla de gaze e ajuste da concentração em hemacitômetro.

134 **Controle da podridão negra associada às alterações físico-químicas**

135 Os extratos aquosos foram avaliados quanto à eficiência no controle da podridão negra
136 do abacaxi. Os tratamentos foram aplicados nas concentrações de 25% (D1), 50% (D2), 75%
137 (D3) e 100% (D4) para os extratos vegetais (alho, cebola, melão-de-São-Caetano, alecrim,
138 gengibre e da polpa e casca do abacaxi) e 50; 100; 150; 200; 300 $\mu\text{L.mL}^{-1}$ para o Ecolife®
139 (extrato cítrico) e o fungicida prochloraz. Abacaxis sadios no estágio de maturação comercial
140 1 (Chitarra & Chitarra, 1990) foram desinfestados e submetidos à imersão em solução dos
141 tratamentos acima citados nas diferentes concentrações por um período de cinco minutos. A
142 testemunha constou de frutas imersas em água destilada. Após 24 horas foi realizada
143 inoculação com ferimento, obtidos por meio de um furador com oito furos de 2 mm de
144 profundidade, na região do pedúnculo, com a suspensão de conídios dos isolados de *C.*
145 *paradoxa* na concentração de 1×10^6 conídios/mL. Após a inoculação, as frutas foram
146 mantidas em câmara úmida por 24 h. Durante todo o período experimental, as bandejas
147 contendo as frutas foram mantidas a 25 ± 2 °C, umidade relativa de 86,5 % e alternância
148 luminosa (12 h claro/12 h escuro).

149 A severidade foi avaliada cinco dias após a inoculação, realizada através da média do
150 diâmetro da lesão em dois sentidos opostos. O delineamento estatístico foi o inteiramente
151 casualizado com nove tratamentos e cinco repetições por tratamento. Com exceção do
152 tratamento com fungicida que foi utilizado apenas como controle positivo. Os dados de
153 severidade obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão, com base no
154 coeficiente de determinação (R^2).

155 Para os fatores físico-químicos das frutas tratadas, avaliaram-se teores de ácido
156 ascórbico (vitamina C), acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST) e potencial
157 hidrogeniônico (pH). Todas as análises foram realizadas na rodela extraída da região mediana
158 equatorial da fruta, com mais ou menos 2 cm de espessura, sem o miolo central, e depois de
159 trituradas em multiprocessador doméstico foram congeladas para análises posteriores. Foram
160 realizadas duas repetições por amostra.

161 Para análise de ATT, foi utilizada a técnica descrita na A.O.A.C. (1990). Os resultados
162 obtidos registrados em porcentagem de ácido cítrico. O pH foi aferido em potenciômetro
163 devidamente calibrado. Para verificar os teores de sólidos solúveis totais (SST) utilizou-se um
164 refratômetro graduado de zero a 32 °Brix. Para a vitamina C o teor de ácido ascórbico foi
165 determinado utilizando-se a solução do ácido oxálico 0.4% como estabilizador e o 2,6-
166 diclorofenolindofenol, seguindo-se a metodologia especificada por Bezerra Neto et al. (1994).

167 Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, e os valores obtidos foram
168 submetidos à análise de variância pelo teste F e comparação de médias pelo teste de Scott-
169 Knott, com o auxílio do programa SAEG (Ribeiro Júnior, 2001).

170 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

171 Todos os extratos testados demonstraram redução na severidade da podridão negra do
172 abacaxi. A redução na severidade da doença foi proporcional ao aumento das concentrações,
173 somente no tratamento com o extrato de melão de São Caetano, observando-se melhor

174 controle em sua maior concentração. Para os demais tratamentos o intervalo entre 50% a 75%
175 das concentrações, proporcionou as melhores reduções na severidade da podridão negra do
176 abacaxi (Figura 1).

177 Celoto (2005) trabalhando com extratos de melão-de-São-Caetano *in vitro* e *in vivo*
178 sobre *Colletotrichum musae* (Berk & Curtis) Arx., observou que este proporcionou menores
179 percentagens de frutos com a presença de esporulação visível nas lesões.

180 O efeito fungitóxico do alho sobre o crescimento de fungos fitopatogênicos tem sido
181 demonstrados em outros trabalhos. Resultados obtidos por Chalfoun & Carvalho (1987),
182 revelaram que o extrato de alho foi altamente eficiente na inibição do crescimento micelial de
183 *Gibberella zea* (Scw.) Petch, *Alternaria zinniae* e *Macrophomina phaseolina* (Tassi &
184 Goid.). É notório que o volume de trabalhos com alho supera em muitos aqueles conduzidos
185 com os outros extratos vegetais. Os resultados obtidos neste ensaio não só confirmam as
186 propriedades antifúngicas do alho como também demonstram atividade de extrato de outras
187 espécies vegetais.

188 Estudo utilizando extrato de alecrim e gengibre indicaram potencial de controle da
189 antracnose em frutos de goiabeira(*Psidium guajava* L.) (Rozwalka et al., 2008). Motoyama et
190 al. (2003) utilizou o extrato cítrico (Ecolife) e observaram que este apresentou atividade
191 elicitora, induzindo a síntese das fitoalexinas, gliceolina em cotilédones de soja (*Glycines*
192 *Max* (L.) Merr) e deoxiantocianidinas em mesocótilos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.)
193 Moench).

194 Na natureza, extratos vegetais produzem compostos voláteis que pode induzir, inibir a
195 germinação ou o crescimento de microrganismos, desencadear alterações no desenvolvimento
196 de plantas e fungos (French, 1992). O efeito inibitório observado nos extratos sobre a
197 severidade de *C. paradoxa* indica potencial de controle da podridão negra de abacaxi. Assim,
198 o uso desses no controle de doenças de plantas vem sendo pesquisado como alternativa aos

199 fungicidas convencionais, devido serem apontados como seguros ao homem e não agressivos
200 ao meio ambiente.

201 Em relação à análise de ATT não foi verificada diferença significativa ($P=0,05$) nas
202 frutas submetidas aos diferentes tratamentos (Figura 2a). A acidez titulável total apresentou
203 amplitudes de 1,12 a 1,60%, sendo expressa como porcentagem de ácido cítrico, o qual
204 permaneceu dentro da faixa aceitável que varia de 0,6 a 1,62% de ácido cítrico. As oscilações
205 podem ser causadas pela utilização dos ácidos orgânicos como substratos para a respiração do
206 fruto (Resende et al., 2001).

207 O teor médio de SST dos frutos tratados e não tratados variou 12,7 a 15,2 °Brix
208 (Figura 2b), sendo superior ao exigido para o mercado externo que aceita valores superiores a
209 12 °Brix para o tipo ‘fruto Fancy’ (Gonçalves & Carvalho, 2000). Esses mesmos valores
210 foram obtidos por Fagundes et al. (2000), para a cultivar pérola. Não se observou diferença
211 significativa entre doses e extratos com relação às testemunhas (absoluta e relativa) e o ponto
212 de colheita, sendo o ponto de colheita representados por frutas processadas e analisados logo
213 após colheita. No abacaxi, a mudança metabólica mais importante para a qualidade das frutas,
214 ocorre ao final da maturação, como acréscimo acentuado nos valores de sólidos solúveis com
215 conseqüente aumento nos açúcares redutores e sacarose, conferindo a fruta um sabor doce
216 característico (Carvalho & Botrel, 1996).

217 Pequenas variações nos valores do potencial hidrogeniônico (pH) para as diferentes
218 doses e tratamentos foram encontradas (Figura 2c). Em geral, os valores obtidos se
219 enquadram na faixa aceitável de 3,5 a 3,9 para a fruta, sendo os tratamentos com extrato de
220 alecrim (75%) e polpa do abacaxi (25%) que ofereceram menores valores de pH. Estes
221 valores corroboram com Silva et al. (2003), ao trabalharem com abacaxi ‘Pérola’
222 minimamente processado obtiveram valores dentro da faixa de 3,4 a 3,8. Fagundes et al.
223 (2000) e Gonçalves & Carvalho (2000), trabalhando com características físico-químicos em

224 frutos de abacaxizeiro para a cv. Perola obtiveram amplitudes de 3,7 a 3,9. O pH, assim como
225 a acidez, está associado com o processo de amadurecimento dos frutos e pode ser utilizado na
226 determinação do ponto de colheita (Reinhardt & Medina, 1992). Além do que, uma pequena
227 oscilação nos valores de pH é bem detectável em testes sensoriais, por causar alterações
228 acentuadas no sabor do fruto (Chitarra & Chitarra, 1990).

229 Em relação aos teores de ácido ascórbico (vitamina C) pode ser observado que as
230 frutas tratadas com o extrato da casca do abacaxi nas concentrações de 75 e 100 % bem como
231 o gengibre em todas as concentrações mostrou valores abaixo dos níveis comumente
232 encontrados na literatura (Figura 2d). Neste trabalho obteve-se níveis de ácido ascórbico
233 variando entre 5,07 a 32,16 mg.100 mL⁻¹ de suco para todos os extratos analisados. O extrato
234 de melão de São Caetano concentração 100%, foi observado um nível mais elevado de ácido
235 ascórbico se igualando as testemunhas (absoluta e relativa) e ao ponto de colheita. Segundo
236 Gonçalves & Carvalho (2000), em abacaxi, os teores de ácido ascórbico ficou em torno de 17
237 mg.100 mL⁻¹. No entanto, Santana & Medina (2000) observaram valores de 50,60 mg.100
238 mL⁻¹ em frutos totalmente maduros de abacaxi 'Pérola'. O ácido ascórbico é altamente
239 sensível às condições adversas de temperatura, luz, oxigênio e pH. O abacaxi não é um fruto
240 rico em ácido ascórbico, podendo variar de acordo com a cultivar, estágio de maturação, peso
241 do fruto, nutrição mineral e tratamentos pós-colheitas (Botrel et al., 2002).

242 O prochloraz, o qual foi utilizado neste trabalho apenas como referência ao controle
243 positivo da podridão negra do abacaxi, obtiveram-se resultados semelhantes aos demais
244 tratamentos em relação às características físico-químicas analisadas nas frutas de
245 abacaxizeiro, ou seja, não havendo alteração nas variáveis estudadas e, apresentou redução na
246 severidade da doença em todas as doses testadas.

247

248

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 249
- 250 Adisa VA, Fajola A (1982) O Post-harvest fruit rots of pineapple (*Ananas comosus*) in Nigéria.
251 Fitopatologia Brasileira 7:97-103.
- 252 A.O.A.C. (1990). Oficial methods of analysis of the Association of Official Analytical
253 Chemists. 15^aed. Arlington. pp. 685-1213.
- 254 Bautista-Baños S, Hernández-López M, Bosquez-Molina E, Wilson CL (2003) Effects of
255 chitosan and plant extracts on growth of *Colletotrichum gloeosporioides*, antracnose levels
256 and quality of papaya fruit. Crop Protection, Oxford, 22:1087-1092.
- 257 Basto CN, Albuquerque PSB (2004). Efeito do óleo de *Piper aduncum* no controle em pós-
258 colheita de *Colletotrichum musae* em banana. Fitopatologia Brasileira 29 (5):555-557.
- 259 Bezerra Neto E, Andrade AG, Barreto, LP (1994). Análise química de tecidos e produtos
260 vegetais. Recife, UFRPE, 80p.
- 261 Bonaldo SM (2004). Fungitoxicity, phytoalexins elicitor activity and protection of cucumber
262 against *Colletotrichum lagenarium*, by *Eucalyptus citriodora* aqueous extract. Fitopatologia
263 Brasileira 29(2):128-134.
- 264 Botrel N, Carvalho VD, Oliveira EF, Soares AG, Cenci AS (2002). Efeito da mancha-
265 chocolate nas características físico-químicas de frutos de abacaxizeiro ‘Pérola’. Revista
266 Brasileira de Fruticultura 24:077-081.
- 267 Carvalho VD, Botrel N (1996). Características da fruta para exportação. In: Gorgatti Netto A.
268 Abacaxi para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita. 41p. (frupex. publicações
269 técnicas, 23).
- 270 Carvalho RA, Lacerda JT, Oliveira EF, Choir AS, Barreto Neto M, Santos ES (2000)
271 Controle da fusariose do abacaxizeiro com plantas antibióticas/controlo Fusarium fruit rot of
272 pineapple with antibiotic plants. João Pessoa, PB: EMEPA-PB, 37p.

- 273 Cabral JRS, Souza JS, Ferreira FR (1999) Variabilidade genética e melhoramento do abacaxi.
274 In: Queirós MA, Goedert CO, Ramos SRR (Eds.) Recursos genéticos e melhoramento de
275 plantas para o Nordeste brasileiro. EMBRAPA/CPATSA. [www.cpatosa.embrapa.br/catalogo/](http://www.cpatosa.embrapa.br/catalogo/livrorg/abacaxi.pdf)
276 [livrorg/abacaxi.pdf](http://www.cpatosa.embrapa.br/catalogo/livrorg/abacaxi.pdf).
- 277 Celoto MIB (2005). Atividade antifúngica de extratos de melão-de-São-Caetano (*Momordica*
278 *charantia* L.) sobre *Colletotrichum musae* (Berk. & Curtis) Arx. Mestrado UNESP.
- 279 Chalfoun SM, Carvalho VD (1987). Efeito do extrato e de óleo industrial sobre o
280 desenvolvimento de fungos. Fitopatologia Brasileira 12:234-235.
- 281 Chitarra MIF, Chitarra AB (1990). Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio.
282 Lavras: ESAL/FAEPE, 320p.
- 283 Cunha AP, Cabral JRS, Souza LFS (1999). O abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia.
284 Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 480p.
- 285 Fagundes GR, Yamanishi OK, Borgo LA, Manica I (2000). Características físicas e químicas
286 do abacaxi pérola comercializados em quatro estabelecimento de Brasília-DF. Revista
287 Brasileira de Fruticultura 22:22-25.
- 288 FAO. FAOSTAT (2008) Agricultural statistics database. Home: World Agricultural
289 Information Center. Disponível em: <http://apps.fao.org>. Acesso em: 24 jun. 2008.
- 290 Freire FCO (2006) Doenças atuais e Potenciais das principais fruteiras e flores ornamentais do
291 Nordeste. Fitopatologia Brasileira 31:S38-S44.
- 292 French RC (1992). Volatile chemical germination stimulators of rust and other fungal spores.
293 Mycologia 84:277-288.
- 294 Gonçalves NB, Carvalho VD (2000). Características da fruta. In: Gonçalves NB (Ed.).
295 Abacaxi Pós-Colheita. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia
296 pp.13-27 (Frutas do Brasil, 5).

- 297 Motoyama MN, Schwan-Estrada KRF, Stangarlin JR, Fiori-Tutida ACG, Scapim CA (2003).
298 Indução de fitoalexinas e em sorgo e efeito fungitóxico de extratos cítricos sobre
299 *Colletotrichum lagenarium* e *Fusarium semitectum*. Acta Scientiarum Agronomy 25:491-496.
- 300 Resende JM, Vilas Boas EVB, Chitarra MIF (2001). Uso da atmosfera modificada na
301 conservação pós-colheita do maracujá amarelo. Ciência e Agrotecnologia 25:159-168.
- 302 Ribeiro Junior, JI (2001). Análises estatísticas no SAEG. Viçosa:UFV. 301p.
- 303 Reinhardt DHR, Medina VM (1992). Crescimento e qualidade do fruto do abacaxi cvs. Pérola
304 e Smooth Cayenne. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 27(3): 435-447.
- 305 Rozwalka LC, Lima MLRZC, Mio LLM, Nakashima T (2008). Extratos, decoctos e óleos
306 essenciais de plantas medicinais e aromáticas na inibição de *Glomerella cingulata* e
307 *Colletotrichum gloeosporioides* de frutos de goiaba. Ciência Rural 38:301-307.
- 308 Santana FF, Medina VM (2000). Alterações bioquímicas durante o desenvolvimento do fruto
309 do abacaxizeiro ‘Pérola’. Revista Brasileira de Fruticultura 22:53-56.
- 310 Silva JM, Silva JP, Spoto, MHF (2008) Características físico-químicas de abacaxi submetido
311 á tecnologia de radiação ionizante como método de conservação pós-colheita. Ciência e
312 Tecnologia de Alimentos 28 (1):139-145.
- 313 Silva GC, Maia GA, Souza Filho MSM, Figueiredo RW, Filgueiras HAC, Souza (2003).
314 Efeito de diferentes concentrações de cloreto de cálcio na qualidade do abacaxi “pérola”
315 minimamente processado. Revista Brasileira de Fruticultura 25(2):216-219.
- 316 Silveira NSS, Michereff, SJ, Silva I LSS, Oliveira SMA (2005) Doenças fúngicas pós-
317 colheita em frutas tropicais: Patogênese e controle. Caatinga 18:283-299.
- 318 Salgado APSP, Cardoso MG, Souza PE, Souza JA, Abreu CMP, Pinto JEBP (2003).
319 Avaliação de atividade fungitóxica de óleos essenciais de folhas de *Eucalyptus* sobre
320 *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinera* e *Bipolaris sorokiniana*. Ciência Agrotécnica
321 27(2):249-254.

322 Schwar-Estrada KRF, Stangarlin JR, Cruz MES (2000). Uso de extratos vegetais no controle
323 de fungos fitopatogênicos. Floresta 30(1):129-137.

324 Stangarlin JR, Schwan-Estrada KRF, Cruz MES, Nozaki MH (1999). Plantas medicinais e
325 controle alternativo de fitopatógenos. Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento
326 11:16-21.

327

328

329

330

331

332

333

334

335

336

337

338

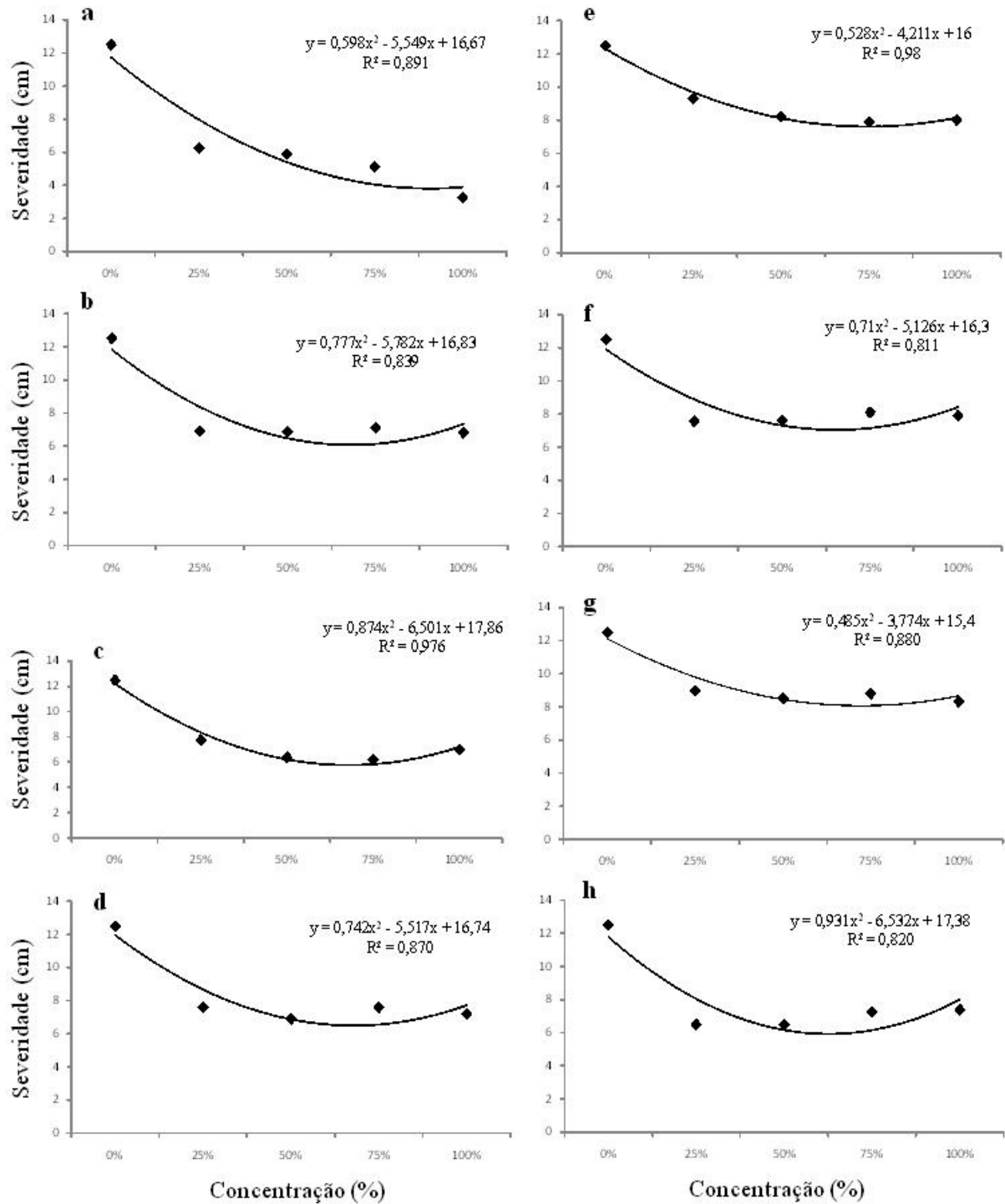
339

340

341

342

343



344

345

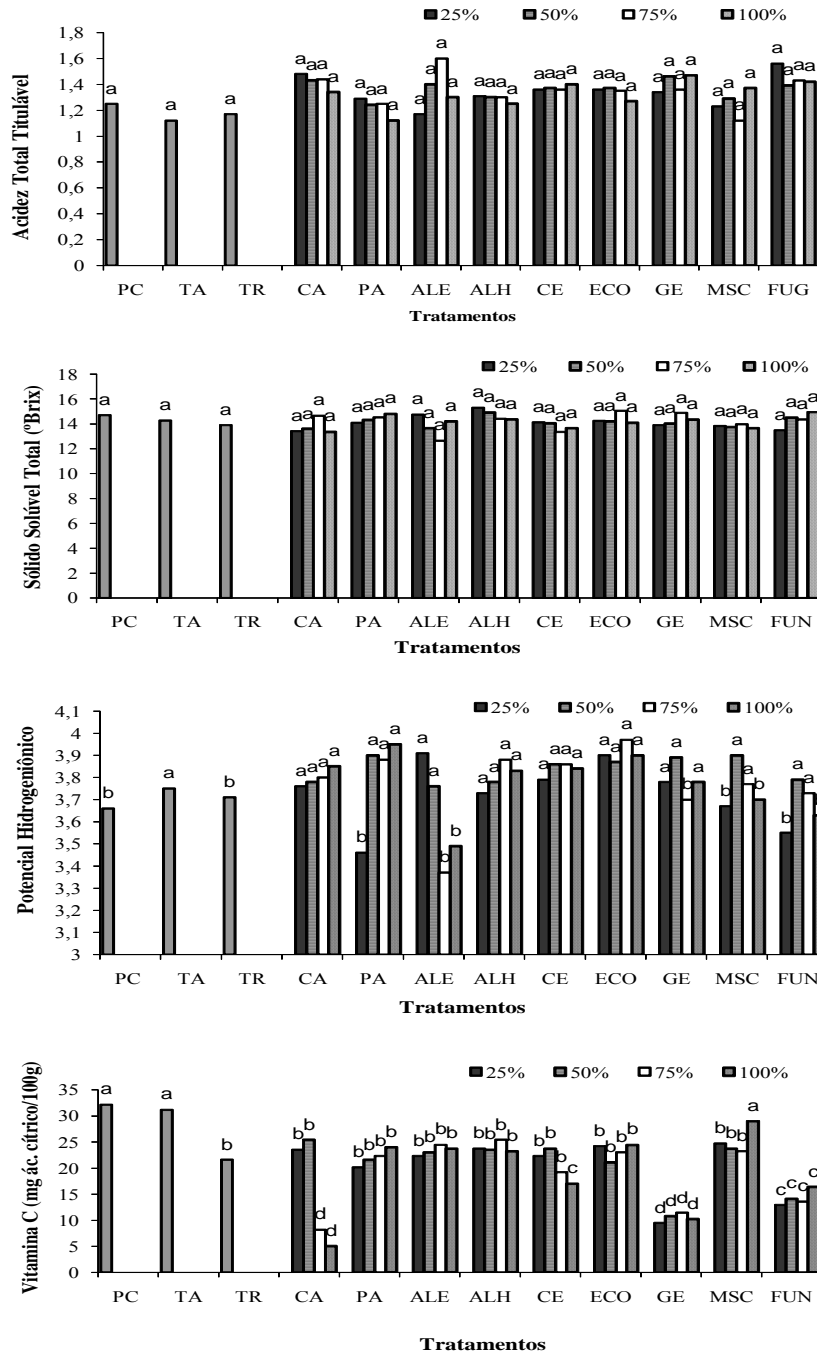
346 **FIG. 1** – Efeito de extratos vegetais sob a severidade da podridão negra do abacaxi. a =

347

melão-de-São-Caetano; b = polpa do abacaxi; c = alho; d = gengibre; e = casca do

348

abacaxi; f = alecrim; g = cebola; h = Ecolife.



349

*Média de cinco repetições e seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P=0,05). CV = 14,14 %.

350

351 **FIG. 2** – Comparação dos teores de acidez total titulável (a), sólido solúvel total (b), potencial
 352 hidrogeniônico (c), e ácido ascórbico (d) em abacaxis submetidos a diferentes concentrações
 353 dos tratamentos. PC – ponto de colheita; TA – testemunha absoluta; TR – testemunha
 354 relativa; CA – casca do abacaxi; PA – polpa do abacaxi; ALE – alecrim; ALH - alho; CE –
 355 cebola; ECO - Ecolife; GE – gengibre; MSC – melão-de-São-Caetano; FUN - prochloraz.

CONCLUSÕES GERAIS

CONCLUSÕES GERAIS

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

1. Os métodos de inoculações (disco e suspensão) e às regiões de inoculação do abacaxi (peduncular e equatorial) com *Chalara paradoxa* são adequados para inoculações em frutos de abacaxizeiro submetidos a ferimentos;
2. A severidade da podridão negra do abacaxi aumenta proporcionalmente com a concentração de conídio/mL de *C. paradoxa*;
3. Temperaturas em torno de 25 °C é ótima para o desenvolvimento da podridão negra do abacaxi;
4. Temperaturas em torno de 35 °C reduzem acentuadamente os sintomas da podridão negra do abacaxi;
5. Os extratos vegetais de melão de São Caetano, alho, cebola, gengibre, alecrim e do próprio abacaxi (casca e polpa), foram eficientes na redução da severidade da podridão negra do abacaxi;
6. Os teores de sólidos solúveis totais e acidez total titulável não foram alterados pela aplicação de extratos vegetais, ecolife e prochloraz;
7. Os níveis de vitamina C e pH foram aumentados após aplicação dos extratos de melão de São Caetano, em abacaxi, permanecendo na faixa aceitável.