



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL
DE PERNAMBUCO**



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM FITOPATOLOGIA**

Dissertação de Mestrado

**VARIÁVEIS EPIDEMIOLÓGICAS E MANEJO
ALTERNATIVO NA PODRIDÃO NEGRA DO ABACAXI**

Caroline Maria Teodoro Loura Macedo

**RECIFE – PE
ABRIL 2018**

CAROLINE MARIA TEODORO LOURA MACEDO

**VARIÁVEIS EPIDEMIOLÓGICAS E MANEJO ALTERNATIVO
NA PODRIDÃO NEGRA DO ABACAXI**

RECIFE – PE

ABRIL 2018

CAROLINE MARIA TEODORO LOURA MACEDO

**VARIÁVEIS EPIDEMIOLÓGICAS E MANEJO ALTERNATIVO
NA PODRIDÃO NEGRA DO ABACAXI**

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

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Sônia Maria Alves de Oliveira

Coorientadora: Dr^a. Edilaine Alves de Melo

RECIFE-PE

ABRIL – 2018

**VARIÁVEIS EPIDEMIOLÓGICAS E MANEJO ALTERNATIVO
NA PODRIDÃO NEGRA DO ABACAXI**

CAROLINE MARIA TEODORO LOURA MACEDO

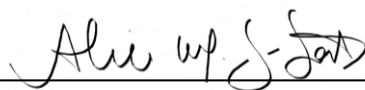
Dissertação apresentada e defendida pela Banca Examinadora em: 22/02/2018

ORIENTADOR:

Profª Drª Sônia Maria Alves de Oliveira (UFRPE)

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Delson Laranjeira
UFRPE – Fitossanidade



Profa. Dra. Alice Maria Gonçalves Santos
Universidade Federal do Piauí

RECIFE-PE

ABRIL – 2018

“Das mãos do campo brota a vida.”

Antonio Loura de Macedo

*À Deus, por guiar e abençoar minha vida.
Aos meus pais Antonio Loura de Macedo e
Cléia de Fátima Teodoro Macedo e ao meu
irmão Thiago, meus maiores exemplos de
amor, fé e sabedoria.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida, pela perseverança, por permitir ter chegado até aqui;

Aos meus pais Antonio e Cleia, por serem meus maiores exemplos de retidão, por toda dedicação, amor e sabedoria. Meu irmão Thiago por se fazer tão presente em todos os momentos, apesar da distância e sempre acreditar e incentivar minha trajetória. E a todos da minha família pelo apoio e carinho;

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e ao Programa de Pós-graduação em Fitopatologia pela oportunidade de realização do curso de mestrado;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos;

À professora Dr^a. Sônia Maria Alves de Oliveira, pela orientação, paciência, respeito e por compartilhar com sabedoria seus conhecimentos;

À Dr^a. Edilaine Alves de Melo, coorientadora desse projeto, pelo acolhimento, dedicação e incentivo. Por assistir o andamento do trabalho, dando sempre o apoio necessário;

Aos colegas do Laboratório de Patologia Pós-Colheita, Daniela, Bárbara, Roberto, Elisabeth e Adriana pela amizade, companhia e suporte ao longo do trabalho;

A todos os amigos que conquistei ao longo da vida e em especial àqueles que estiveram presente no curso de pós-graduação da UFRPE, Lilian, Angélica, Beatriz, Leandro, Júnior, Thaís, pela amizade e incentivo em todos os momentos compartilhados durante essa jornada;

Aos que, de alguma forma, contribuíram na elaboração desta pesquisa, muito obrigada!

SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS	V
RESUMO GERAL	VII
GENERAL ABSTRACT	VIII
CAPÍTULO I – Introdução Geral	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9
CAPÍTULO II – Variáveis epidemiológicas e manejo alternativo na podridão negra do abacaxi.....	16
Resumo	17
Abstract.....	18
Introdução	18
Material e métodos.....	20
Resultados e discussão.....	24
Conclusões.....	32
Agradecimentos.....	32
Referências.....	33
CONCLUSÕES GERAIS	37
ANEXO	39

RESUMO GERAL

A produção de frutas no Brasil é um dos setores de destaque do agronegócio. O país possui uma grande variedade de culturas devido à existência de diversas condições edafoclimáticas, o que proporciona resultados econômicos expressivos. No Brasil, o abacaxi é uma das principais frutas cultivadas e essa produção concentra-se principalmente nas regiões Norte, Nordeste e Sudeste. Entretanto, o rendimento do abacaxi ainda é considerado baixo devido à sua suscetibilidade a algumas doenças, ocasionando perdas significativas. Entre os principais problemas fitossanitários relacionados a essa cultura a podridão negra do fruto do abacaxizeiro é a doença mais importante na pós-colheita. O agente etiológico é o *Thielaviopsis ethacethica*, fungo quiescente que deprecia o valor comercial do abacaxi causando lesões escuras na polpa do fruto. Diante da relevância desta doença para a cultura e do alto índice de infecção nas principais regiões produtoras, este estudo avaliou o efeito do fosfito de potássio (FK), cloreto de cálcio (CaCl_2) e carbonato de cálcio (CaCO_3) na pós-colheita como uma alternativa ao uso do fungicida comumente utilizado no controle da podridão negra do abacaxi, com o objetivo de apresentar uma alternativa sustentável e de prolongar o tempo de conservação do fruto. A pesquisa verificou as variáveis epidemiológicas que influenciam o desenvolvimento da doença de dois isolados de *T. ethacethica* e avaliou o efeito de fosfito de potássio, cloreto de cálcio, carbonato de cálcio, em diferentes concentrações (0,25; 0,5; 0,75 e 1%), aplicados no manejo da podridão negra durante a pós-colheita em frutos de abacaxi cv. Pérola, bem como avaliar o efeito desses mesmos tratamentos *in vitro* através da mensuração do crescimento micelial. Para as análises epidemiológicas foi verificada a concentração de inóculo (10^3 , 10^4 , 10^5 , 10^6 e 10^7 conídios.mL⁻¹), período de molhamento (0, 12, 24, 36 e 48, 72 e 96 h) e temperatura (15, 20 e 25 e 30 °C) ideais para o estabelecimento da doença no abacaxi. Os resultados mostraram que o FK e o CaCO_3 foram capazes de controlar a podridão negra nos frutos e *in vitro*, o FK apresentou o melhor controle do patógeno, não diferindo significativamente do fungicida recomendado para cultura. As condições favoráveis para o desenvolvimento da doença foram um período de molhamento de 24 horas e temperatura de 30 °C, as diferentes concentrações de inóculo não influenciaram no resultado obtido.

Palavras chaves: *Ananas comosus*, manejo fitossanitário, *Thielaviopsis ethacethica*.

GENERAL ABSTRACT

The production of fruit in Brazil is one of the sectors highlight of the agribusiness. The country has a wide variety of cultures due to the existence of diverse soil and climatic conditions, which provides economic results expressive. In Brazil, pineapple is one of the main cultivated fruits, and this production is mainly concentrated in the North, Northeast and Southeast regions. However, the yield of pineapple is still considered low due to its susceptibility to some diseases, causing significant losses. Among the main phytosanitary problems related this crop the black rot of pineapple fruit is the main postharvest disease. The etiological agent is *Thielaviopsis ethacethica*, a quiescent fungus that depreciates the commercial value of pineapple causing dark lesions in the fruit pulp. Due to the relevance of this disease to the crop and the high infection rate in the main producing regions, this study evaluated the effect of potassium phosphite (FK), calcium chloride (CaCl₂) and calcium carbonate (CaCO₃) in the postharvest period as an alternative to the use of the fungicide commonly used in the control of rot of the pineapple, with the aim of presenting a sustainable alternative and of prolonging the period of conservation of the fruit. The research verified the epidemiological variables that influence the development of the disease of two isolates of *T. ethacethica* and evaluated the effect of FK, CaCl₂, CaCO₃, in different concentrations (0.25, 0.5, 75 and 1%), applied in the of black rot postharvest management in pineapple fruits cv. Pérola, as well as to evaluate the effect these same treatments in vitro through mycelial growth measurement. For the epidemiological analyzes, the inoculum concentration (10³, 10⁴, 10⁵, 10⁶ and 10⁷conidia.mL⁻¹), wetness period (0, 12, 24, 36 and 48, 72 and 96 h) and temperature (15, 20, 25 and 30° C) ideal for establishment of the disease in pineapple. The results showed that FK and CaCO₃ were able to control black rot in the fruits and in vitro the FK presented the best control of the pathogen, not differing significantly from the fungicide recommended for cultivation. The favorable conditions for the development of the disease were a wetness period of 24 hours and a temperature of 30° C, the different concentrations of inoculum did not differ in the result.

Keywords: *Ananas comosus*, phytosanitary management, *Thielaviopsis ethacethica*.

CAPÍTULO I

Introdução Geral

EPIDEMIOLOGIA E CONTROLE ALTERNATIVO PARA PODRIDÃO NEGRA DO ABACAXI

INTRODUÇÃO GERAL

Importância econômica do abacaxi

O abacaxizeiro, *Ananas comosus* (L.) Mernil, é originário da América tropical e subtropical. Esta fruteira tropical pertencente à família Bromeliaceae, que apresenta aproximadamente 2700 espécies, herbáceas, epífitas ou terrestres, distribuídas em 56 gêneros, predominantemente tropicais. O abacaxizeiro é economicamente o membro desta família mais importante (LEAL, 1995).

O Nordeste responde por aproximadamente 34% da produção nacional de abacaxi, sendo a Paraíba o maior produtor, seguido por Bahia e Rio Grande do Norte. Em 2016, a produção de abacaxi em Pernambuco, registrou 12.844 toneladas, figurando a 7ª posição entre os estados nordestinos (IBGE, 2017). O cultivo de abacaxi no estado concentra-se principalmente nas mesorregiões do Agreste e Zona da Mata, nos municípios de Riacho das Almas e Itambé, respectivamente. A maior parte dessa produção destina-se ao mercado local, para consumo como fruta fresca e o restante é direcionado à indústria (EMBRAPA, 2017).

Segundo dados da FAOSTAT (2017), em 2016 dentre as frutas tropicais, o abacaxi foi a terceira mais produzida, sendo o Brasil o terceiro maior produtor mundial, superado apenas pela Índia e China. No mercado nacional, o abacaxi também está entre as principais frutas cultivadas, representando aproximadamente 7% do total produzido no país. A produção de abacaxi concentra-se nas regiões Norte, Nordeste e Sudeste, sendo os principais estados produtores Pará, Paraíba e Minas Gerais, que juntos são responsáveis por mais de 53% da produção do país (IBGE, 2017).

Pesquisadores apontam o centro de origem do abacaxizeiro como sendo no Brasil (MEDINA, 1978), e outros como sendo no Paraguai (SILVA; TASSARA, 2001), de onde se disseminou para outras regiões do mundo. Símbolo de regiões tropicais e subtropicais, o abacaxi tem grande aceitação em todo o mundo, pelo seu sabor e aroma. É considerado o "Rei dos Frutos" pela exuberância do fruto e por possuir uma "coroa" (CRESTANI et al., 2010).

O abacaxizeiro é uma planta de clima tropical, monocotiledônea, herbácea e perene, propagada vegetativamente. Possui um diâmetro de caule curto e grosso, ao redor do qual crescem folhas estreitas, compridas e resistentes, margeadas por espinhos e dispostas em

roseta. No caule insere-se o pedúnculo que sustenta a inflorescência e depois a infrutescência (REINHARDT; SOUZA; CABRAL, 2000). O fruto do abacaxizeiro é caracterizado por um aglomerado de pequenos frutos (gomos) em torno de um mesmo eixo central. Cada gomo do abacaxi é um fruto verdadeiro que se desenvolveu a partir de uma flor. O conjunto desses frutos forma um grande corpo, chamado infrutescência, no qual se forma a coroa (SILVA; TASSARA, 2001).

O ciclo produtivo do abacaxizeiro varia principalmente de acordo com as condições edafoclimáticas, vigor do material propagativo utilizado e manejo da cultura. Geralmente em regiões tropicais o primeiro ciclo dura em média 14 a 18 meses, enquanto que os ciclos subsequentes, chamados de soca perduram por no máximo 12 a 14 meses (REINHARDT; SOUZA; CABRAL, 2000).

A planta exige boa luminosidade, altitude variando desde o nível do mar até 400 metros, verificando-se o aumento do ciclo vegetativo da planta à medida que há elevação da altitude (SIMÃO, 1998). O crescimento ótimo e melhor qualidade de frutos encontram-se numa temperatura de 22 a 32 °C, e precipitação anual de 1.200 a 1.500 mm (CRESTANI et al., 2010).

As cultivares mais conhecidas no mundo são a Singapore Spanish, Queen, Espanhola Roja, Perolera, Smooth Cayenne e Pérola, sendo as duas últimas as principais cultivares plantadas no Brasil (CABRAL, 1999). Porém a mais comercializada é a cv. Pérola, amplamente aceita no mercado consumidor brasileiro (CABRAL, 1999; GIACOMELLI; PY, 1981).

A cultura do abacaxizeiro sofre com problemas fitossanitários de diversas naturezas: bióticas, provocadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides e abióticas como queima solar, brunimento interno, murcha fisiológica, fasciação, mancha-chocolate, entre outras (MATOS; JUNGHANS; SPIRONELLO, 2011). A incidência de doenças na cultura pode depreciar a qualidade dos frutos e diminuir a produção. A depender das condições ambientais, de armazenamento e de transporte, pode causar perdas significativas, tanto em frutos destinados ao mercado de frutas frescas, quanto à indústria (MATOS; VASCONCELOS; SIMÃO, 2014).

As doenças fúngicas representam um grande desafio ao cultivo do abacaxizeiro, pois afetam o desenvolvimento da cultura, a produtividade e a qualidade dos frutos pós-colheita (GRANADA; ZAMBIAZ; MENDONÇA, 2004). De todos os problemas bióticos e abióticos que afetam essa cultura no Brasil, destacam-se algumas doenças de etiologia fúngica como a fusariose (*Fusarium guttiforme* Nirenberg; O'Donnell sin.: *Fusarium subglutinans* f. sp. *ananas* Ventura; Zambolim; Gilb) presente nas principais regiões produtoras do país,

provocando perdas elevadas na produção de frutos; a podridão negra do fruto (*Thielaviopsis ethacetica* Went. sin.: *Chalara paradoxa* (De Seynes) Hoehn) que pode tanto infectar as mudas, provocando a sua morte quanto causar podridão de frutos em pós-colheita. Outras doenças podem ser mencionadas como a mancha negra do fruto (*Penicillium funiculosum* Thom e/ou *Fusarium moniliforme* Sheldon) e a podridão do olho (*Phytophthora nicotiana* van Brenda de Haan var. *parasitica* (Dastur) Waterhouse) e (*Phytophthora cinnamomi* Ranks) (KIMATI et al., 2005; MATOS, 2012). Tanto a cv. Smooth Cayenne quanto a cv. Pérola são suscetíveis à fusariose e à podridão negra (CRESTANI et al., 2010).

A podridão negra do abacaxi

A podridão negra é uma doença responsável por perdas severas à cultura devido ao apodrecimento dos frutos durante o transporte e comercialização, podendo atingir valores de até 70% (MATOS, 2012). Por ser uma doença pós-colheita, a mesma é responsável por perdas de material de propagação, além de frutos naturalmente consumidos e àqueles destinados à indústria. Caso a doença esteja presente no início do desenvolvimento da cultura poderá causar a morte de mudas (MATOS et al., 2000).

Essa doença é causada pelo fungo *T. ethacetica*, considerado altamente agressivo e de difícil controle, cujo sintoma característico é o progressivo escurecimento e apodrecimento da casca e da polpa, inviabilizando a comercialização dos frutos, principalmente para locais distantes (FERRARI, 2009).

O agente etiológico da podridão negra do abacaxi foi reclassificado, antes *Ceratocystis paradoxa* (Dade) C. Moreau em sua fase teliomórfica e *Chalara paradoxa* na fase anamórfica (ELLIS, 1971). Entretanto, a partir de dados gerados da sequência de DNA para três regiões de genes rigorosamente selecionadas (60S, LSU, MCM7) e submetidas a análises filogenéticas do complexo *Ceratocystis paradoxa* concluiu-se que o agente etiológico dessa doença é o *Thielaviopsis ethacetica* na fase anamórfica e *Ceratocystis ethacetica* (Went) Mbenoun & Z. W. De Beer na fase teleomórfica (DE BEER et al., 2014).

A forma anamórfica do fungo 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. *T. ethacetica* é polífago, podendo causar doença em várias culturas como cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), coco (*Cocos nucifera* Linn. (Palmae)), dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.), cacau (*Theobroma cacao* L.) e banana (*Musa* spp.) (ELLIS, 1971).

O patógeno pode permanecer no solo como microconídios e clamidósporos ou em frutas apodrecidas. 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). Os principais agentes de disseminação são o vento, insetos (atraídos pelo cheiro adocicado dos tecidos infectados) e por respingos de chuvas. Em condições de alta umidade relativa do ar, os conídios podem ser produzidos em restos culturais (MATOS; SANCHES, 2007).

A infecção dos frutos do abacaxizeiro por *T. ethacethica* geralmente ocorre através do pedúnculo, durante o corte na colheita e pela remoção das mudas tipo filhote, ou pode ocorrer através de ferimentos provocados na casca, pelo manuseio e transporte inadequados (VENTURA; ZAMBOLIM, 2002). No ferimento via pedúnculo, o fungo avança pelo eixo central em direção ao ápice da infrutescência e mais lentamente na polpa, dando origem a uma lesão em formato de cone, de coloração amarela intensa. Em lesões a partir de ferimentos na epiderme 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. Com o avanço da doença, ocorre frequentemente esporulação e crescimento micelial do fungo na superfície do fruto (ADISA; FAJOLA, 1982).

Algumas medidas de controle são recomendadas durante a colheita: no corte deixa-se aproximadamente 2 cm do pedúnculo, a fim de evitar a entrada do patógeno no fruto; além de alguns cuidados rotineiros na embalagem, armazenamento e transporte reduzindo os índices de infecção (FREIRE, 2006). Restos culturais devem ser eliminados nas proximidades do local de produção e processamento dos abacaxis. É importante também diminuir o tempo entre a colheita e o processamento das frutas em pós-colheita, com o objetivo de diminuir o período de contato entre a fruta e o patógeno. Os frutos devem ser armazenados e transportados entre 7,5° e 10°C, temperatura essa que reduz acentuadamente o desenvolvimento da doença. Além disso, os ferimentos resultantes do corte da colheita e da remoção das mudas tipo filhotes devem ser rapidamente tratados. O controle químico deve ser realizado com fungicidas registrados para esta doença no abacaxizeiro (MATOS; SANCHES, 2007).

Atualmente o controle químico é o mais utilizado, com o uso de fungicida (triazol - flutriafol) após a colheita, principalmente na base do fruto. Também é necessário realizar desinfecções periódicas dos locais de embalagem e armazenamento e mantê-los bem arejados. É indicada a utilização de fungicidas a base de dicarboximida (captana), com uma dosagem de 2 a 2,5 kg por hectare e volume de 200 a 300 litros por hectare em aplicação terrestre e o

fungicida a base de ditiocarbonato (metiram) e estrobirulina (piraclostrobina), com uma dosagem de 2,5 a 3 kg por hectare e volume de calda de 200 a 300 litros de calda por hectare (AGROFIT, 2017).

Aspectos Epidemiológicos

As variações climáticas podem comprometer o desenvolvimento da cultura do abacaxi causando desde o florescimento desuniforme, desregulando a produção, resultando em frutos não enquadrados no padrão comercial. Além disso, essas variações podem influenciar na incidência de fungos que afetam o desenvolvimento da cultura, a produtividade e a qualidade dos frutos (GRANADA; ZAMBIAZ; MENDONÇA, 2004).

O conhecimento das condições ótimas para o desenvolvimento do patógeno é essencial no manejo agrícola e previne o risco de doença durante o período de crescimento, na colheita e durante o armazenamento pós-colheita (MICHAILIDES; MORGAN; LUO, 2010). A temperatura exerce importância vital tanto na infecção quanto na colonização do patógeno, constituindo a variável climática mais correlacionada com as respostas de desenvolvimento da infecção por fungos (AGRIOS, 2005).

A colonização do *T. ethacethica* no tecido da planta inicia após a ocorrência de ferimentos, num período entre oito e 12 horas. Frutos refrigerados a 8°C dificultam o desenvolvimento da doença. Entretanto, em local com temperatura ambiente (24-26°C), a doença evolui rapidamente (MATOS, 1999). A temperatura ótima para esporulação, desenvolvimento e produção de clamidósporos do fungo é aproximadamente 25°C. Abaixo de 15°C ou acima de 34°C, o fungo tem seu desenvolvimento retardado (GOES, 2005). Além disso, a temperatura em que os frutos são armazenados é importante não na incidência de doenças, mas também no controle da senescência, regulando as taxas de todos os processos fisiológicos associados (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A incidência da podridão negra é intensificada pela associação de alta umidade relativa e temperatura amena (MATOS; SANCHES, 2007). A ocorrência de chuva durante a colheita resulta, geralmente, em altos percentuais de frutos infectados, os quais perdem o valor comercial (BARBOSA; SILVA, 2006). Em 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).

Manejo alternativo na podridão negra do abacaxi

A indução de resistência em plantas constitui-se um método alternativo ao controle químico, ativando mecanismos de defesa latente da própria planta, tornando-as mais

resistentes pela formação de barreira física ou bioquímica (CARVALHO, 2010). Esse tipo de manejo tem se mostrado eficiente para a proteção de plantas, sendo efetivo contra diversos patógenos, incluindo vírus, bactérias, nematoides e fungos (BONALDO; PASCHOLATI; ROMEIRO, 2005) e menos agressivo à saúde humana e ao equilíbrio de agroecossistemas (STADNIK; MARASCHIN, 2004).

Entre os indutores encontram-se os fosfitos, sais inorgânicos utilizados como fertilizantes foliares, que atuam em resposta de defesa natural da planta contra os microrganismos (SMILLIE; GRANT; GUEST, 1989), apresentando resultados satisfatórios no manejo de doenças de plantas por agir diretamente, inibindo o desenvolvimento dos fungos e, também, indiretamente ativando o sistema de defesa da planta hospedeira (SILVA et al., 2013; SPOLTI et al., 2015) ou induzindo a resistência sistêmica pela síntese de fitoalexinas, compostos fenólicos e PR-proteínas (proteínas relacionadas à patogênese) (SAUTTER et al., 2008). Outro fator importante dos fosfitos é de serem seguros ao meio ambiente e aos seres vivos e, possuírem baixo custo (OLIVIER; MACNEIL; LORIA, 1999).

Esses compostos possuem elevada ação antifúngica contra diferentes patógenos em diversas espécies vegetais. Em videira (*Vitis labrusca* L.), o fosfito de potássio aplicado nas folhas, durante a pré e pós-infecção do patógeno mostrou-se eficiente contra *Phakopsora euvitis* Y.Ono (BUFFARA et al., 2013). Os fosfitos de cálcio, potássio, magnésio e cobre reduziram a severidade da varíola do mamoeiro (*Carica papaya* L.) causado por *Asperisporium caricae* (Speg.) Maubl. (DIANESE et al., 2008); em eucalipto (*Eucalyptus* spp.) o fosfito de zinco obteve um melhor controle do oídio (*Oidium eucalypti* Rostrup.) (SILVA et al., 2016); no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) os fosfitos de potássio, zinco e manganês foram eficientes no controle da antracnose causada por *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc.& Magnus) Briosi & Cavara (GADAGA, 2009).

Muitos trabalhos relataram bons resultados com o uso de fosfitos no manejo de podridões em doenças na pós-colheita. Melo (2016) verificou que a utilização de silicato de cálcio inibiu em 7,29% de esporulação de *T. ethacethica* em frutos de abacaxizeiro; na cultura da uva (*Vitis vinifera* L.) o fosfito de cálcio diminuiu a severidade da doença, em podridão causada por *Aspergillus niger* Tiegh. (DAMBRÓS, 2016); na macieira (*Malus domestica* Borkh) houve uma menor incidência de podridões e menor diâmetro de lesão causadas por *Penicillium* spp., *Botrytis* spp. e *Rhizopus* spp. (BRACKMANN et al., 2004); em citros, o controle de bolores (CERIONI et al., 2013; SMILANICK, 2011); e em pêssegos (*Prunus persica* L.) no controle da podridão parda causada por *Monilinia fructicola* (G. Winter) Honey quando aplicados em pré e pós-colheita (MOREIRA; MAY DE- MIO,

2009), sendo que o fosfito de potássio controlou aproximadamente 95% desta doença (MOREIRA et al., 2002).

O fosfito inicialmente era comercializado na forma de etil fosfonato (Fosetyl-Al) e, mais recentemente, como sal de potássio, manganês, cobre e zinco, recomendados no controle dos fungos do gênero *Phytophthora* e de alguns fungos de podridões do colo, raiz, tronco e frutos. Na forma de sal, como o de potássio, tem efeito similar ao fosetyl-Al, fungicida recomendado para o controle de oomicetos como *Pythium* spp e *Phytophthora* spp (RIBEIRO JÚNIOR, 2008).

Além do controle e prevenção de algumas podridões de frutas e hortaliças, atuando como ativadores de resistência das plantas por meio do estímulo da produção de algumas fitoalexinas, o uso do fosfito apresenta alguns benefícios à planta como sua rápida absorção com pouco gasto de energia e favorece a absorção de outros nutrientes, como o cálcio, boro, zinco, manganês, molibdênio, potássio, controle e prevenção de doenças fúngicas (SANTOS et al., 2011). Acerca das vantagens da utilização de fosfito, Meneguetti (2009) cita que esse adubo apresenta baixo custo da matéria-prima, previne e controla doenças fúngicas, fornece nutrientes para a planta, melhorando seu estado nutricional, apresenta uma rápida absorção de fósforo em comparação com produtos fosfatados e ainda promovem um melhor equilíbrio nas plantas, melhorando seu amadurecimento e prolongando o tempo de conservação e qualidade dos frutos na pós-colheita.

Ainda faltam estudos detalhados elucidando o efeito dos fosfitos sobre os fitopatógenos (BRACKMANN et al., 2004). Sua atuação como indutor de resistência ainda é questionada por não haver evidências concretas de respostas de defesa ativadas pelos sais de fosfito. Assim, são necessários estudos mais detalhados da ação dessa molécula nas plantas e nos frutos.

A utilização de fontes de cálcio em frutos tem papel importante na redução de doenças pós-colheita, pelo retardamento da senescência, inibição de podridões e a diminuição de desordens fisiológicas (CONWAY et al., 1992; GOMES; SILVEIRA; MARIANO, 2005; SILVA et al., 2014). Esse nutriente está associado com a qualidade de frutas e hortaliças, por ser constituinte da parede celular dos vegetais e assim aumentar sua rigidez (MOTA et al., 2002). Nesse caso o aumento da vida útil do fruto é devido à formação de pectato de cálcio na parede celular, o que dificulta a ação de enzimas pectolíticas produzidos pelo fruto que causam a degradação da parede celular, e daqueles produzidos pelos fungos e bactérias que causam deterioração do fruto (YAMAMOTO et al., 2011).

O uso do cloreto de cálcio no manejo da pós-colheita tem tido resultados na melhoria

da conservação dos frutos com efeitos na respiração e na textura, tornando-os mais firmes (CARVALHO; CHALFOUN, 1991). Ferraz et al. (2016) verificaram diferentes dosagens de cloreto de cálcio na pós-colheita visando o controle da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc.) em frutos de goiabeira (*Psidium guajava* L.) e constataram a redução da doença e o número de lesões de forma progressiva.

A utilização de indutores de resistência constitui uma alternativa promissora ao manejo de doença de plantas, ao qual ativa mecanismos de defesa da planta (FERNANDES et al., 2013) por meio de elicitores contidos em agentes bióticos ou abióticos (UCHÔA et al., 2014). Dessa forma, métodos alternativos de manejo na pós-colheita têm proporcionado benefícios em diversas culturas, destacando-se a utilização dos fosfitos, principalmente o de potássio e sais de cálcio (GOMES; SILVEIRA; MARIANO, 2005; SILVA et al., 2014).

Diante deste contexto e da relevância deste patógeno na cultura do abacaxizeiro sobre os frutos, é de suma importância à realização de estudos sobre o controle pós-colheita da podridão negra do fruto através da ação de produtos alternativos, avaliando o efeito de fosfito de potássio, cloreto de cálcio e carbonato de cálcio, bem como estudar variáveis epidemiológicas sobre o *T. ethacethica*.

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.

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5th. Burlington: Elsevier Academic, 2005. 922 p.

AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Disponível em:

<http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 06 fev. 2017.

BARBOSA, A. G.; SILVA, R. L. X. Doenças do abacaxi. In: OLIVEIRA, S. M. A.; TERAQ, 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. 495-513.

BONALDO, M. B.; PASCHOLATI, S. F.; ROMEIRO, R. S. Indução de resistência: noções básicas e perspectivas. In: CAVALCANTI, L. S.; DI PIERO, R. M.; PASCHOLATI, S. F.; RESENDE, M. L. V.; ROMEIRO, R. S. (Eds.). **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 11-28.

BRACKMANN, A.; GIEHL, R. F. H.; SESTARI, I.; STEFFENS, C. A. Fosfitos para o controle de podridões pós-colheita em maçãs ‘Fuji’ durante o armazenamento refrigerado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1039-1042, 2004.

BUFFARA, C. R. S.; ANGELOTTI, F.; TESSMANN, D. J.; SOUZA, C. D.; VIDA, J. B. Atividade de fosfito de potássio na pré e pós-infecção de *Phakopsora euvitidis* em folhas de videira. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, suplemento 1, p. 3333-3340, 2013.

CABRAL, J. R. S. **Cultivares de abacaxi**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1999. 20 p. (Circular Técnica, 33).

CARVALHO, V. D.; CHALDOUN, S. M. A importância do cálcio na agricultura. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 15, n. 170, p. 17-28, 1991.

CARVALHO, E. A. **Indutores de resistência no manejo da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow)**. 2010. 65 f. Tese (Doutorado em Agronomia, Área de Concentração: Fitopatologia). Universidade Federal de Lavras.

CERIONI, L.; SEPULVEDA, M.; RUBIO-AMES, Z.; VOLENTINI, S. I.; RODRÍGUEZ MONTELONGO, L.; SMILANICK, J. L.; RAMALLO, J.; RAPISARDA, V. A. Control of lemon postharvest diseases by low-toxicity salts combined with hydrogen peroxide and heat. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 83, p. 17-21, 2013.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL-FAEPE, 2005. 785p.

CONWAY, W. S.; SAMS, C. E.; McGUIRE, R. G.; KELMAN, A. Calcium treatment of apples and potatoes to reduce postharvest decay. **Plant Disease**, St. Paul, v. 76, n. 4, p. 329-334, 1992.

CRESTANI, M.; BARBIERI, R. L.; HAWERROTH, F. J.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C. Das Américas para o mundo - origem, domesticação e dispersão do abacaxizeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 6, p. 1473-1483, 2010.

DAMBRÓS, D.; MONTEIRO, A. L. R.; MELO, A. P.; LINS, S. R. O.; OLIVEIRA, S. M. A. Caracterização epidemiológica e fosfitos no manejo da podridão por *Aspergillus niger* em uva de mesa. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 11, n. 3, p. 171-177, 2016.

DE BEER, Z. W.; DUONG, T. A.; BARNES, I.; WINGFIELD, B. D.; WINGFIELD, M. J.

Redefining *Ceratocystis* and allied genera. **Studies In Mycology**, n. 79, p. 187–219. 2014.

DIANESE, A. C.; BLUM, L. E. B.; DUTRA, J. B.; LOPES, L. F.; SENA, M. C.; FREITAS, L. F. Avaliação do efeito de fosfitos na redução da varíola (*Asperisporium caricae*) do mamoeiro (*Carica papaya*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 834-837, 2008.

ELLIS, M. B. **Dematiaceous hyphomycetes**. Surrey: CAB – Commonwealth Mycological Institute, 1971. p. 608.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Abacaxi**. Embrapa Tabuleiros Costeiros. Aracaju. 2017. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/equipe_editorial.html>. Acesso: 31 jul. 2017.

FAOSTAT - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS-FAO, Statistical Databases. 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 21 dez. 2017.

FERNANDES, L. H. M.; RESENDE, M. L. V.; PEREIRA, R. B.; COSTA, B. H. G.; MONTEIRO, A. C. A.; RIBEIRO JÚNIOR, P. M. Acibenzolar-S-metil no controle da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro em condições de campo. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 1, p. 24-32, 2013.

FERRARI, J. T. **Podridão negra do abacaxi**. Instituto Biológico de São Paulo: Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Sanidade Vegetal, 2009. v. 71, n. 1, p. 49-51 (Divulgação Técnica).

FERRAZ, D. M. M.; BLUM, L. E. B.; CRUZ, A. F.; VASCONCELOS, T. M. M.; UESUGI, C. H.; BARRETO, M. L. A. Efeito do cloreto de cálcio sobre a antracnose e características de frutos de goiaba em pós-colheita. **Agrotropica**, Ilhéus, v. 28, n. 3, p. 311-318, 2016.

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.

GADAGA, S. J. C. **Fosfitos na proteção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) contra a antracnose**. 2009. 93 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Área de Concentração Fitopatologia). Universidade Federal de Lavras.

GIACOMELLI, E. J.; PY. C. O abacaxi no Brasil. Campinas: Fundação Cargil, 1981.101 p.

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. (Eds.). **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2, p. 10-11.

GOMES, A. M. A.; SILVEIRA, E. B.; MARIANO, R. L. R. Tratamento pós-colheita com cálcio e microrganismos para controle da podridão-mole em tomate. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 108-111, 2005.

GRANADA, G. G.; ZAMBIAZ, R. C.; MENDONÇA, C. R. B. **Abacaxi: produção**, mercado e subprodutos. Curitiba: Boletim do CEPPA, 2004. p. 405-422. (Boletim Técnico, 2).

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, v. 30 n.1 p.1-81, 2017. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_%5Bmensal%5D/Fasciculo/lspa_201701.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2017.

KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Eds.). **Manual de fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo. Agronômica Ceres, 2005. v. 2, 663 p.

LEAL, F. Pineapple – *Ananas comosus* (Bromeliaceae). In: SMARTT, J.; SIMMONDS, N.W. **Evolution of crop plants**. Nova York: Longman Singapore, 1995. p.19-22.

MATOS, A. P. Doenças e seu controle. 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. 269-305.

MATOS, A. P.; COSTA, D. C.; SILVA, J. R.; SOUZA, L. F. S.; SANCHES, N. F.; CORDEIRO, Z. J. M. Doenças. In: MATOS, A. P. (Org.) **Abacaxi: fitossanidade**. Brasília: EMBRAPA, 2000. p.27-39 (Frutas do Brasil, 9).

MATOS, A. P.; SANCHES, N. F. Manejo das principais doenças do abacaxizeiro. In: POLTRONOERI, L. S.; VERZIGNASSI, J. R. **Fitossanidade na Amazônia: inovações tecnológicas**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. cap. 4, p. 73-90.

MATOS, A. P.; JUNGHANS, D. T.; SPIRONELLO, A. **Variedades de abacaxi resistentes à fusariose**. Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/902513/1/VARIEDADESABACA_XIARISTOTELES.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2017.

MATOS, A. P. **Produção integrada de fruteiras tropicais**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. EMBRAPA, 2012. 1ª edição, p 26. (Produção Integrada do Abacaxi, 3). Disponível em: <http://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/publicacoes/livro/PI_Fruteiras.pdf> Acesso: 20 jan. 2017.

MATOS, A. P.; VASCONCELOS, J. A. R.; SIMÃO, A. H. Práticas de cultivo para a cultura do abacaxi no estado do Tocantins. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2014. p. 28. (Documento, 211).

MEDINA, J. C. **Abacaxi: da cultura ao processamento e comercialização**. 2ª. Ed. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), 1978. 200p.

MELO, L. G. L. **Indução de resistência no manejo da fusariose e podridão negra do abacaxi**. 2016. 67 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

MENEGUETTI, R. C. **Avaliação do fosfito de potássio sobre o progresso de *Phakopsora pachyrhizi* em soja**. 2009. 65 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Santa Maria, RS.

MICHAILIDES, T. J.; MORGAN, D. P.; LUO, Y. Epidemiological assessments and postharvest disease incidence. In: PRUSKY, D. GULLINO, M. L. (Eds.) **Postharvest pathology, plant pathology in the 21st Century**. Netherlands: Springer Science Business Media B.V., 2010. v. 2, p. 69-88.

MOREIRA, L. M.; MAY-DE-MIO, L. L.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M.; LIMA, M. L. R. Z. C.; POSSAMAI, J. C. Controle em pós- colheita de *Monilinia fruticola* em pêssegos. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 4, p. 395-398, 2002.

MOREIRA, L. M.; MAY-DE MIO, L. L. Controle da podridão parda do pessegueiro com fungicidas e fosfitos avaliados em pré e pós-colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 405-411, 2009.

MOTA, W. F. DA; SALOMÃO, L. C. C.; PEREIRA, M. C. T.; CECON, P. R. Influência do tratamento pós-colheita com cálcio na conservação de jaboticabas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 49-052, 2002.

OLIVIER, C.; MACNEIL, C. R.; LORIA, R. Application of organic and inorganic salts to field-grown potato tubers can suppress silver scurf during potato storage. **Plant Disease**, St Paul, v. 83, n. 9, p. 814-818, 1999.

REINHARDT, D. H.; SOUZA, L. F. S.; CABRAL, J. R. S. **Abacaxi**. Produção: aspectos técnicos. 1. Ed. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 77 p. (Frutas do Brasil, 7).

RIBEIRO JÚNIOR, P. M. **Fosfitos na proteção e na indução de resistência do cafeeiro contra *Hemileia vastatrix* e *Cercospora coffeicola***. 2008. 117 f. Tese (Doutorado em Agronomia, Área de Concentração Fitopatologia). Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SANTOS, H. A. A.; DALLA PRIA, M.; SILVA, O. C.; MAY DE MIO, L. L. Controle de doenças do trigo com fosfitos e acibenzolar-S-metil isoladamente ou associados a piraclostrobina + epoxiconazole. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 433-442, 2011.

SAUTTER, C. K.; STORCK, L.; RIZZATTI, M. R.; MALLMANN, C. A.; BRACKMANN A. Síntese de trans-resveratrol e controle de podridão em maçãs com uso de elicitores em pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 9, p. 1097-1103, 2008.

SILVA, A. C.; RESENDE, M. L. V.; SOUZA, P. E.; PÔSSA, K. F.; SILVA JÚNIOR, M. B. Extrato vegetal, fosfito e sulfato de zinco no controle do oídio em eucalipto. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 47, n. 1, p. 93-100, 2016.

SILVA, M. S.; CARVALHO, F. C. Q.; SILVA, J. R.; LINS, S. R. O.; OLIVEIRA, S. M. A. Uso de antagonistas e produtos alternativos no manejo pós-colheita de podridão mole em pimentão. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 4, p. 718-725, 2014.

SILVA, A. C.; SILVA, N. C. N.; SILVA JR, M. B.; VITORINO, L. R. R. Coffee-leaf extract and phosphites on the curative control of powdery mildew in eucalyptus mini-stumps. **Forest Pathology**, New York, v. 43, n. 4, p. 297-305, 2013.

SILVA, S.; TASSARA, H. Abacaxi. In: SILVA, S.; TASSARA, H. **Frutas no Brasil**. São Paulo: Nobel, 2001. p. 25-27.

SIMÃO, S. O abacaxizeiro. In: SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 249-288.

SMILANICK, J. L. Integrated approaches to postharvest disease management in California

citrus packinghouses. **Acta Horticulturae**, Den Hague, v. 905, n. 14, p. 145-148, 2011.

SMILLIE, R.; GRANT, B. R.; GUEST, D. The mode of action of phosphite: evidence for both direct and indirect modes of action on three *Phytophthora* spp. in plants.

Phytopathology, St. Paul, v. 79, n. 9, p. 921-926, 1989.

SPOLTI, P.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M.; CAMPOS, A. D.; DEL PONTE, E. M. Modo de ação de fosfitos de potássio no controle da podridão olho de boi em maçã. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 41, n. 1, p. 42-48, 2015.

STADNIK, M. J.; MARASCHIN, M. Indução de resistência de plantas a fitopatógenos. In: STADNIK, M. J.; TALAMINI, V. **Manejo ecológico de doenças de plantas**. Florianópolis: CCA/UFSC, 2004. p. 221-244.

UCHÔA, C. N.; POZZA, E. A.; UCHÔA, K. S. A.; RIBEIRO JÚNIOR, P. M.; TOYOTA, M.; MORAES, W. S.; FREITAS, M. L. O.; SILVA, B. M. Acibenzolar-S-metil e silício como indutores de resistência à sigatoka-negra em bananeira cultivar Grand Naine (AAA). **Revista Agrarian**, Dourados, v. 7, n. 24, p. 189-196, 2014.

VENTURA, J. A.; ZAMBOLIM, L. Controle das doenças do abacaxizeiro. In: ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. ; MONTEIRO, A. J. A.; COSTA, H. (Eds.). **Controle de doenças de plantas: fruteiras**. Viçosa: UFV, 2002. v. 1, p. 445-510.

YAMAMOTO, E. L. M.; FERREIRA, R. M. A.; FERNANDES, P. L. O.; ALBUQUERQUE, L.; ALVES, E. O. Função do cálcio na degradação da parede celular vegetal de frutos. **Revista Verde**, Mossoró, v. 6, n. 2, p. 49, 2011.

CAPÍTULO II

Variáveis epidemiológicas e manejo alternativo na podridão negra do abacaxi

Variáveis epidemiológicas e manejo alternativo na podridão negra do abacaxi

Epidemiological variables and alternative management in black pineapple rot

Caroline Maria Teodoro Loura Macedo⁽¹⁾, Daniela Dambros Amaral⁽¹⁾, Edilaine Alves de Melo⁽¹⁾, Bárbara Marchesini Malta⁽¹⁾, Sônia Maria Alves de Oliveira⁽¹⁾

⁽¹⁾ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Laboratório de Patologia Pós-colheita, Av. Dom Manuel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900 Recife, PE, e-mail: caroline.lmacedo@gmail.com, dani_dambros@hotmail.com, laine-melo@hotmail.com, bmmalta@gmail.com oliveirasonia55@yahoo.com.br

RESUMO – A podridão negra do abacaxi, ocasionada pelo *Thielaviopsis ethacethica*, é uma doença pós-colheita de grande importância na cultura, causando elevados prejuízos por depreciar a qualidade do fruto. O uso de sais minerais têm se mostrado uma alternativa para reduzir o uso dos agrotóxicos, proporcionando ação fungitóxica e induzindo a resistência das plantas. O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito do fosfito de potássio (FK), cloreto de cálcio (CaCl₂) e carbonato de cálcio (CaCO₃), nas concentrações de 0,25; 0,5; 0,75 e 1% para o isolado 3TE no manejo da podridão negra do abacaxi e avaliar o efeito desses produtos *in vitro*, assim como as variáveis epidemiológicas que influenciam o desenvolvimento da doença. Análises de concentração de inóculo (10³ a 10⁷ conídios mL⁻¹), período de molhamento (0, 12, 24, 36, 48, 72 e 96 horas em câmara úmida) e temperatura (15, 20, 25, e 30°C) foram realizadas em abacaxi cv. Pérola inoculados com dois isolados de *T. ethacethica* (3TE e 5TE). Os resultados mostraram que o FK em todas as concentrações inibiu o crescimento micelial no experimento *in vitro* e o FK e o CaCO₃ foram capazes de controlar a podridão negra nos frutos. As condições favoráveis para o desenvolvimento da doença foi um período de molhamento de 24h e temperatura de 30 °C. As diferentes concentrações de inóculo utilizadas não diferiram no resultado apresentado.

PALAVRAS-CHAVE: *Thielaviopsis ethacethica*. Pós-colheita. Variáveis

27 epidemiológicas. Manejo alternativo

28

29 **ABSTRACT** – The black pineapple rot, caused by *Thielaviopsis ethacethica*, is a postharvest
30 disease of great importance in this crop, causing high losses due to depreciation in fruit
31 quality. The use of mineral salts has been shown to be an alternative to reduce the use of
32 pesticides, providing fungitoxic action and inducing plant resistance. The aim of this study
33 was to evaluate the effect of potassium phosphite (FK), calcium chloride (CaCl₂) and calcium
34 carbonate (CaCO₃) in concentrations 0.25; 0.5; 0.75 and 1% in the management of black
35 pineapple rot and evaluate the effect of these products in vitro, as well as the epidemiological
36 variables that influence the development of the disease. The inoculum concentration (10³ to
37 10⁷ conidia mL⁻¹), wetness period (0, 12, 24, 36, 48, 72 and 96 hours in the humid chamber)
38 and temperature (15, 20, 25, and 30°C) were evaluated in pineapple cv. Pérola inoculated with
39 two *T. ethacethica* strains (3TE and 5TE). The results showed that FK in all concentrations
40 inhibited mycelial growth in vitro and FK and CaCO₃ were able to control black rot in
41 pineapple fruits. The wetness period of 24h and temperature of 30°C were the ideal conditions
42 to the highest development of the disease. No significant changes were observed in different
43 inoculum concentrations in the present study.

44 **Keywords:** *Thielaviopsis ethacethica*, postharvest, epidemiological variables, alternative
45 control.

46

INTRODUÇÃO

47 O Brasil é o maior produtor mundial de abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill), com
48 2.694.555 toneladas produzidas no ano de 2016 (FAOSTAT, 2017). O rendimento médio do
49 abacaxi ainda é considerado baixo devido às doenças fúngicas que prejudicam a cultura. Em
50 relação às doenças pós-colheita do abacaxi, a podridão negra se constitui como a mais
51 importante nessa cultura, e concentra-se nas regiões Norte e Nordeste e Sudeste do Brasil

52 (IBGE, 2017). A podridão negra do fruto do abacaxizeiro é uma doença fúngica causada por
53 *Thielaviopsis ethacethica* Went., sendo considerada de difícil controle (SOUZA *et al.*, 2015).
54 Essa doença é responsável por perdas significativas na produção de frutos consumidos *in*
55 *natura*, na produção de material de propagação, e em frutos destinados à indústria, devido ao
56 manuseio incorreto do fruto desde a colheita até o consumidor final (KORRES *et al.*, 2011).

57 O conhecimento epidemiológico de doenças fúngicas em frutos é de grande importância
58 para a prevenção de epidemias durante o período de crescimento da planta, na colheita e
59 durante o armazenamento pós-colheita. Especificamente para doenças pós-colheitas, a
60 incidência da doença pode depender também da incidência de infecções quiescentes que
61 iniciam no campo, assim como da contaminação com propágulos fúngicos durante a colheita,
62 eficácia dos tratamentos pós-colheita e de condições de armazenamento e comercialização
63 (MICHAILIDES; MORGAN; LUO, 2010).

64 O controle de doenças fúngicas em plantas geralmente é realizado com o uso de
65 defensivos agrícolas. Entretanto, o uso de produtos químicos possui riscos de contaminação
66 ambiental e humana, principalmente pela presença de resíduos tóxicos. Além disso, alguns
67 fungos fitopatogênicos podem adquirir resistência aos fungicidas (ROBERTS; KUCHARÉK,
68 2005).

69 Os fosfitos, compostos originados pelo ácido fosforoso (H_3PO_3) (CERIONI *et al.*,
70 2013) vêm sendo estudados no manejo alternativo de doenças de plantas, conhecidos pela sua
71 ação antifúngica contra diferentes patógenos em diversos hospedeiros (LOBATO *et al.*,
72 2010). Esses nutrientes apesar de serem considerados fertilizantes, estimulam a produção de
73 fitoalexinas, substâncias naturais de defesa da planta, quando infectadas por algum patógeno
74 (NOZAKI; KLIEMANN, 2016). Sua ação sobre os fungos pode ser de forma direta, inibindo
75 o desenvolvimento ou indireta pela indução de resistência (LOBATO *et al.*, 2010). O cálcio é
76 um elemento constituinte da parede celular dos vegetais, por essa característica alguns sais

77 minerais como o carbonato e cloreto de cálcio têm sido utilizados no controle de doenças de
78 plantas, pelo fato de aumentar a rigidez da parede celular de frutos e hortaliças. (MOTA *et al.*,
79 2002). Na pós-colheita o cálcio desempenha papel importante na redução de doenças, por
80 reduzir a senescência, inibição de podridões e a diminuição de desordens fisiológicas nas
81 plantas (GOMES; SILVEIRA; MARIANO, 2005).

82 Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi o avaliar os aspectos epidemiológicos que
83 afetam o desenvolvimento da doença e avaliar a eficiência de produtos alternativos ao
84 fungicida no manejo pós-colheita da podridão negra em abacaxi cv. Pérola.

85

86

MATERIAL E MÉTODOS

87 Todos os experimentos foram realizados no Laboratório de Patologia Pós-Colheita da
88 Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife/PE.

89 **Isolados e teste de patogenicidade**

90 Foram utilizados 14 isolados do fungo *T. ethacethica* provenientes do Laboratório de
91 Fitopatologia da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Os abacaxis cv. Pérola
92 utilizados nos experimentos, encontravam-se sadios e em estágio de maturação comercial 1
93 (CHITARRA; CHITARRA, 1990), provenientes do Centro de Abastecimento e Logística de
94 Pernambuco (CEASA/PE).

95 Inicialmente a superfície dos frutos foi lavada com água e detergente, desinfestada
96 numa solução de hipoclorito de sódio a 1% por cinco minutos e posteriormente secos em
97 temperatura ambiente.

98 Para a obtenção da suspensão de esporos utilizou-se colônia fúngica correspondente a
99 cada um dos 14 isolados de *T. ethacethica* com quatro dias de incubação em meio de cultura
100 batata-dextrose-ágar (BDA), com a contagem de esporos realizada em câmara de Neubauer,
101 ajustando a concentração para 10^6 conídios.mL⁻¹. Para a inoculação, os frutos receberam

102 ferimentos de aproximadamente 3 mm de profundidade, realizados através de um furador de
103 cinco pontas, com a deposição de 15 µL de suspensão na concentração citada.

104 Após as inoculações, os frutos foram submetidos à câmara úmida (acondicionados em
105 bandejas plásticas limpas e forradas com folhas de papel toalha embebidas em água destilada
106 esterilizada (ADE) e envolvidas com saco plástico transparente) por um período de 24 horas.
107 Os frutos permaneceram durante quatro dias em condições de laboratório (25 ± 2 °C), tempo
108 necessário para a visualização dos sintomas no fruto. A unidade experimental foi constituída
109 por um abacaxi com quatro repetições.

110 **Teste de agressividade**

111 Neste teste utilizou-se sete isolados que se mostraram patogênicos no ensaio anterior.
112 Os procedimentos de lavagem e desinfestação, preparo do inóculo e inoculação foram os
113 mesmos citados anteriormente. Imediatamente após a inoculação, os frutos foram
114 acondicionados em câmara úmida e mantidos sob condições de laboratório. As avaliações
115 foram realizadas quatro dias após a inoculação. Os frutos foram cortados no sentido
116 longitudinal e as medições foram feitas com o auxílio de paquímetro digital, obtendo-se as
117 médias do tamanho das lesões internas das duas metades do fruto. Os resultados das
118 avaliações de agressividade foram obtidos estabelecendo as médias comparadas pelo teste de
119 LSD ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa Statistix 9.0.

120 **Variáveis epidemiológicas sobre a severidade da podridão negra do abacaxi**

121 Na avaliação das variáveis epidemiológicas utilizou-se dentre os sete isolados viáveis de
122 *T. ethacethica* os isolados que apresentaram maior e menor lesão, sendo considerado o mais e
123 menos agressivo (3TE e 5TE, respectivamente), baseado em teste de agressividade preliminar.

124 Para o ensaio de concentração de inóculo foram testadas as concentrações 10^3 , 10^4 , 10^5 ,
125 10^6 e 10^7 conídios mL⁻¹ dos dois isolados do fungo em cada fruto. Após as inoculações, os
126 abacaxis foram submetidos à câmara úmida por um período de 24 horas. Os frutos

127 permaneceram sob condições de laboratório até as avaliações. Após quatro dias observou-se a
128 expressão dos sintomas e realizou-se a medição da lesão interna, sendo os frutos cortados no
129 sentido longitudinal e as medições mensuradas com paquímetro digital, obtendo-se as médias
130 das duas metades do fruto.

131 O segundo parâmetro epidemiológico analisado foi o período de molhamento. Os
132 abacaxis foram inoculados com suspensão dos dois isolados de *T. ethacethica* na
133 concentração de 10^6 conídios mL^{-1} , por apresentar maior severidade da podridão negra do
134 abacaxi no experimento anterior, e acondicionados em câmara úmida por 0, 12, 24, 36, 48, 72
135 e 96 horas, mantidos em condições de laboratório (25 ± 2 °C). Após quatro dias foi observada
136 a expressão dos sintomas e realizadas as mesmas medições descritas anteriormente.

137 Na análise da temperatura, os abacaxis foram inoculados com 15 μL de suspensão de
138 esporos na concentração de 10^6 conídios mL^{-1} dos isolados 3TE e 5TE. As temperaturas
139 testadas foram 15, 20, 25 e 30°C, acondicionados em câmara úmida por um período 24 horas
140 dentro de incubadora do tipo B.O.D. (Biochemistry Oxygen Demand). Após quatro dias em
141 B.O.D. nas correspondentes temperaturas citadas realizaram-se as medições como descritas
142 anteriormente.

143 Em todos os experimentos dos parâmetros epidemiológicos foi utilizada testemunha,
144 como controle negativo, sendo constituído de quatro frutos e submetido ao mesmo ferimento
145 descrito e às mesmas condições de cada tratamento, porém inoculados com 15 μL de ADE.

146 O delineamento experimental utilizado nas três análises das variáveis epidemiológicas
147 foi o inteiramente casualizado, testando-se separadamente cinco concentrações de inóculo,
148 sete períodos de molhamento e quatro temperaturas. Os tratamentos constituíram de quatro
149 repetições e a unidade amostral foi composta por um fruto. Os experimentos foram repetidos
150 para confirmação dos resultados. Os dados de severidade obtidos foram submetidos à análise
151 de regressão, selecionando os modelos de acordo com os melhores ajustes às curvas de

152 severidade da podridão negra do abacaxi. Todas as análises foram efetuadas no programa
153 Statistix 9.0.

154 **Teste *in vitro* com produtos alternativos sob de *Thielaviopsis ethacethica***

155 Para avaliação da inibição do crescimento micelial do isolado mais agressivo do *T.*
156 *ethacethica* (3TE) foram testados o fosfito de potássio (FK), cloreto de cálcio (CaCl_2) e
157 carbonato de cálcio (CaCO_3). Os sais foram incorporados ao meio de cultura batata-dextrose-
158 ágar (BDA) ainda fundente ($45\text{-}50^\circ\text{C}$) nas concentrações 1%, 0,75%, 0,5%, e 0,25%. Com o
159 meio de cultura solidificado, discos de BDA contendo estruturas do fungo, previamente
160 cultivados, foram depositados no centro de cada placa de Petri. Como controle, os discos
161 foram colocados em placas contendo apenas o meio de cultivo. Para comparar a eficácia dos
162 tratamentos foi utilizado o fungicida a base de ditiocarbonato (metiram) e estrobirulina
163 (piraclostrobina), na dosagem recomendada pelo fabricante. As placas de Petri foram
164 mantidas em condições de laboratório ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) por quatro dias.

165 A avaliação foi realizada com a medição do diâmetro da colônia fúngica com o auxílio
166 do paquímetro digital. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo
167 quatro repetições e cada de Petri constituindo uma unidade amostral. Os dados foram
168 submetidos à análise de variância e comparação de médias através do programa Statistix 9.0.

169 **Produtos alternativos no manejo pós-colheita em abacaxis cv. Pérola**

170 Dentre os produtos alternativos testados no manejo pós-colheita, foram utilizados
171 fosfito de potássio (FK), cloreto de cálcio (CaCl_2) e carbonato de cálcio (CaCO_3), com o
172 objetivo de avaliar a inibição da podridão negra no abacaxi. O ensaio foi realizado
173 incorporando cada tratamento nas concentrações: 0,25; 0,5; 0,75 e 1% em quatro litros de
174 água e imergindo os frutos na solução por 10 minutos. Após os tratamentos foram realizadas
175 as inoculações com a deposição de $15\ \mu\text{L}$ de suspensão, na concentração 10^6 conídios mL^{-1}
176 sobre ferimentos de aproximadamente 3 mm, próximos à base do fruto, realizados com o

177 auxílio de um furador de cinco pontas. Quatros dias após a inoculação realizaram-se as
178 avaliações quanto ao desenvolvimento de sintomas da doença através de medição da lesão
179 interna. O fruto foi cortado no sentido longitudinal e a medição realizada com auxílio de um
180 paquímetro digital nas duas metades do abacaxi. A testemunha consistiu em abacaxis
181 inoculados com a suspensão fúngica, tratados apenas com ADE. Também foi utilizado o
182 fungicida ditiocarbonato (metiram) e estrobirulina (piraclostrobina), na dosagem
183 recomendada pelo fabricante como controle positivo. Os experimentos foram repetidos para
184 confirmação dos resultados obtidos.

185 O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Os tratamentos constituíram
186 de quatro repetições e a unidade amostral foi composta por um abacaxi. Os dados de
187 severidade obtidos foram submetidos à análise no programa Statistix 9.0.

188

189 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

190 No teste de patogenicidade, a partir de 14 isolados analisados, sete não foram capazes
191 de causar doença e os sete restantes, mostraram-se patogênicos causando sintomas
192 característicos da doença como exsudação do suco da polpa do fruto com odor de álcool
193 etílico e a polpa apresentou uma coloração mais escura, conforme os sintomas descritos por
194 Adisa e Fajola (1982).

195 Dos sete isolados viáveis submetidos ao teste de agressividade, o 5TE apresentou menor
196 agressividade em relação aos demais de acordo com o teste de LSD (Tabela 1). O isolado
197 caracterizado como mais agressivo foi o 3TE, por ocasionar maiores lesões (35,848 mm).
198 Isolados da mesma espécie podem se comportar de forma variada segundo a sua
199 agressividade devido a fatores externos, como as diferenças edafoclimáticas, procedência, ou
200 fatores internos, resultados de seus próprios caracteres genéticos (OLIVEIRA *et al.*, 2008).

201 **Tabela 1.** Valores médios da agressividade dos isolados de *Thielaviopsis ethacethica*

202 expressa pelo tamanho de lesão

Isolados	Severidade (mm)
3TE	35,848 a
4TE	34,208 ab
7TE	31,200 abc
6TE	28,078 abc
2TE	24,780 abc
1TE	21,564 bc
5TE	17,854 c
CV (%)	24,003

203 *Médias de quatro repetições; Letras iguais nas colunas não diferiram entre si pelo teste
 204 de LSD a 5% de probabilidade.
 205

206 As curvas de progresso da severidade da podridão negra, em função das concentrações
 207 de inóculo de *T. ethacethica* no modelo polinomial quadrático ($y = a+bx+cx^2$, onde $y =$
 208 tamanho da lesão e $x =$ concentração de inóculo), proporcionaram ajustes satisfatórios das
 209 curvas de progresso com coeficientes de determinação (R^2) de 99,05% (3TE) e 99,79% (5TE)
 210 (Figura 1A e 1B). Não houve diferença significativa nas concentrações entre 10^3 a 10^7
 211 conídios mL^{-1} do isolado mais agressivo (3TE). O trabalho de Oliveira *et al.* (2014a)
 212 apresentou o mesmo similar, no qual as menores concentrações de inóculo registraram níveis
 213 consideráveis da doença. O aumento na concentração de inóculo nem sempre é proporcional
 214 ao aumento da severidade da doença. Alguns fungos causadores de podridões pós-colheita,
 215 mesmo em baixa concentração de inóculo conseguem atingir o nível máximo da doença
 216 (KURT; TOK, 2006).

217 Para isolado de menor agressividade (5TE) houve um incremento na severidade da
 218 doença com o aumento da concentração de inóculo, ocasionando sintomas mais severos na
 219 concentração mais alta (10^7 conídios. mL^{-1}), sendo o tamanho da lesão de 38,57 mm (Figura
 220 1B). Assim como ocorreu na podridão do mamão (*Carica papaya* L.) causada por
 221 *Phytophthora palmivora* (E.J. Butler) E.J. Butler, Mem onde as maiores lesões foram
 222 encontradas nas concentrações de inóculo mais altas (10^7 zoósporos mL^{-1}) (OLIVEIRA,
 223 2014b).

224 Na maioria dos fungos fitopatogênicos a redução da quantidade e disponibilidade de
225 inóculo é de grande importância na diminuição dos riscos de epidemias na pós-colheita
226 (OLIVEIRA *et al.*, 2006). Neste sentido, uma das medidas de controle indicadas para a
227 podridão negra do abacaxi é a eliminação de restos culturais nas proximidades dos locais de
228 beneficiamento dos frutos na pós-colheita (MATOS; SANCHES, 2007).

229 Para as análises de período de molhamento, o modelo polinomial linear ($y = a+bx$, onde
230 y = tamanho da lesão e x = período de molhamento) proporcionou os melhores ajustes das
231 curvas de progresso da severidade da podridão negra para o isolado 3TE com coeficiente de
232 determinação (R^2) de 99,20% (Figura 1C) e o melhor modelo ajustado para o isolado menos
233 agressivo (5TE) foi o polinomial quadrático com coeficiente de determinação (R^2) de 83,77%
234 (Figura 1D). A umidade não influenciou significativamente a severidade da podridão negra do
235 abacaxi no isolado mais agressivo (3TE). O que também foi verificado por Oliveira *et al.*
236 (2014a) em que melões inoculados com *Fusarium semitectum* Berk. & Ravenel
237 desenvolveram sintomas da podridão seca do meloeiro independentemente de câmara úmida
238 após inoculação.

239 Os resultados obtidos na análise de período de molhamento para o isolado 5TE mostrou
240 que houve diferença significativa quando os frutos inoculados com o fungo foram colocados
241 em condições de câmara úmida em comparação àqueles que não ficaram expostos à umidade.
242 Neste caso, o incremento da severidade da doença ocorreu em todos os períodos testados (12
243 até 96 horas), mostrando que a importância do contato mínimo de umidade com o fruto pode
244 ocasionar o desenvolvimento da doença num patossistema viável. Isto também foi verificado
245 por Oliveira *et al.* (2014b) no qual o período de molhamento de 72 horas apresentou o maior
246 tamanho de lesão, sendo um fator importante na podridão dos frutos do mamoeiro, causada
247 por *Phytophthora palmivora* (E.J. Butler) E.J. Butler e por Pessoa *et al.* (2007) que verificou
248 o aumento da duração do período de molhamento (36 horas associado às temperaturas

249 próximas a 25-30°C) influenciou o desenvolvimento do *Colletotrichum musae* (Berk. &
250 Curtis) von Arx, agente causal da antracnose da banana.

251 Na maioria dos fungos fitopatogênicos a umidade é necessária para a germinação do
252 esporo e penetração do tubo germinativo no hospedeiro, afetando a incidência e a severidade
253 da doença (AGRIOS, 2005). Estudos mostram que a severidade da doença apresenta um
254 incremento com o aumento do período do molhamento até um determinado limite, a partir
255 daí os períodos adicionais de umidade não influenciam mais na intensidade máxima de
256 doença (LIMA *et al.*, 2017).

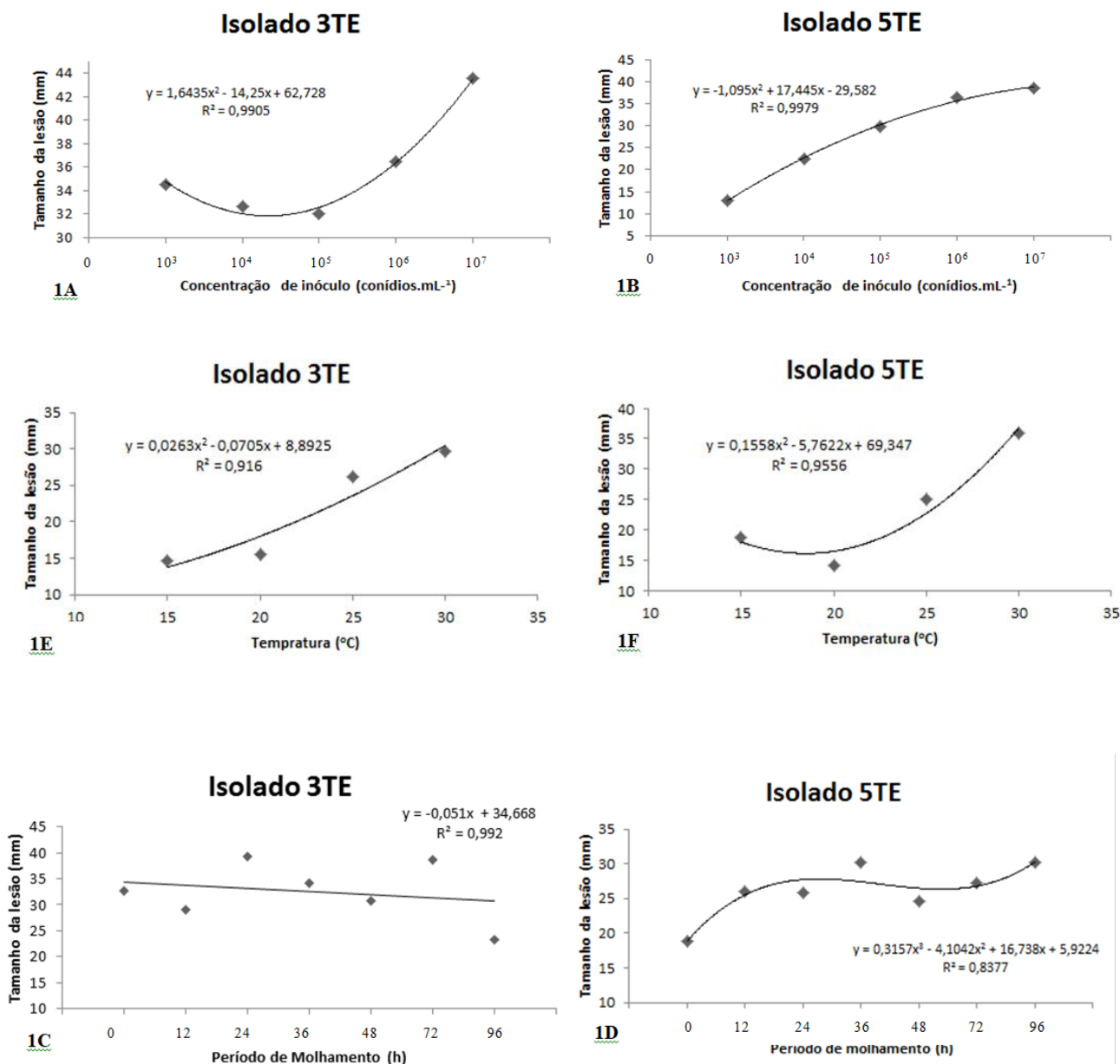
257 A temperatura influenciou o desenvolvimento da podridão negra do abacaxi nos dois
258 isolados de *T. ethacethica* testados. O modelo polinomial quadrático ($y = a+bx+cx^2$, onde y
259 = tamanho da lesão e x = temperatura) proporcionou os melhores ajustes das curvas de
260 progresso da severidade da podridão negra com coeficientes de determinação (R^2) de 91,6%
261 (3TE) e 95,56% (5TE). O aumento da temperatura nos dois isolados analisados ocasionou
262 um incremento na severidade da doença, sendo as temperaturas de 15 e 20°C mais indicadas
263 no manejo da doença. O armazenamento do fruto em temperatura ambiente superior a três
264 dias, após a colheita, já é o suficiente para a ocorrência da doença (GOES, 2005). Sendo
265 assim, a temperatura de armazenamento constitui uma das principais variáveis no manejo da
266 doença sobre o desenvolvimento de *T. ethacethica*, devendo o fruto ser armazenado e
267 transportado a uma temperatura entre 7,5-10°C para reduzir acentuadamente o
268 desenvolvimento da podridão negra do abacaxi (MATOS; SANCHES, 2007).

269 Cada fungo exige uma faixa de temperatura ideal para o desenvolvimento, no entanto
270 para a maioria dos fungos fitopatogênicos a taxa de esporulação é reduzida sob baixas
271 temperaturas e é aumentada com a elevação da temperatura, até atingir o ponto ótimo para a
272 esporulação (CARVALHO *et al.*, 2011). No caso do *T. ethacethica*, a severidade máxima foi
273 observada na temperatura de 30°C para os dois isolados (Figura 1E e 1F).

274

275 Figura 1. Influência da concentração de inóculo (Figura 1A e 1B), período de molhamento (Figura 1C e 1D) e
 276 temperatura (Figura 1E e 1F) do isolado mais agressivo 3TE e do isolado menos agressivo (5TE) de
 277 *Thielaviopsis ethacethica* na severidade da podridão negra do abacaxi

278



279

280 O manejo alternativo realizado *in vitro*, mostrou que o fosfito de potássio e o fungicida
 281 utilizado diminuiram significativamente o crescimento micelial em todas as concentrações,
 282 enquanto que o cloreto de cálcio e carbonato de cálcio não reduziram o crescimento micelial
 283 de *T. ethacethica* (Tabela 2). O presente trabalho corrobora com algumas pesquisas sobre a

284 eficácia do fosfito de potássio sobre o desenvolvimento de fungos em testes *in vitro* como
 285 Catão *et al.* (2013) onde verificaram que o FK também inibiu o crescimento micelial de
 286 *Alternaria tomatophila* Sorauer, agente etiológico da pinta preta do tomateiro (*Solanum*
 287 *lycopersicum* L.) e Araújo; Valdebenito-Sanhueza; Stadnik (2010) no qual observaram que o
 288 FK interferiu no desenvolvimento do *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc
 289 (agente etiológico da mancha foliar de *Glomerella* na cultura da macieira), ocasionado
 290 diminuição de 94% no crescimento micelial das colônias.

291 **Tabela 2.** Valores médios do crescimento micelial do isolado de *Thielaviopsis*
 292 *ethacethica* (3TE) *in vitro*
 293

Produto	Crescimento micelial (mm)
Testemunha	90,00 a
CaCl ₂ (0.5%)	90,00 a
CaCl ₂ (0.75%)	90,00 a
CaCl ₂ (1.0%)	90,00 a
CaCO ₃ (0.5%)	90,00 a
CaCl ₂ 0, (0.25%)	89,53 a
CaCO ₃ (1.0%)	89,30 a
CaCO ₃ (0.75%)	87,16 a
CaCO ₃ (0.25%)	83,33 a
FK (0.75%)	36,40 b
FK (0.25%)	35,85 b
FK (0.5%)	35,32 b
FK (1.0%)	33,66 b
Fungicida	32,00 b
CV (%)	4,33

294 *Médias de quatro repetições; Letras iguais nas colunas não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5%
 295 de probabilidade. FK = fosfito de potássio; CaCl₂ = cloreto de cálcio; CaCO₃ = carbonato de cálcio.
 296

297 Os adubos foliares testados como produtos alternativos na pós-colheita em abacaxis
 298 apresentaram os melhores resultados com o fosfito de potássio, com média de tamanho da
 299 lesão da 4,86 mm (0,75%), carbonato de cálcio com 4,22 mm (1%) e o cloreto de cálcio com
 300 10,95 mm (1%). Nessas mesmas condições o fungicida a base de ditiocarbonato (metiram) e
 301 estrobirulina (piraclostrobina), na dosagem recomendada pelo fabricante, apresentou uma
 302 média de lesão 4,39 mm em abacaxis. O FK destacou-se por apresentar resultados
 303 satisfatórios em todas as dosagens testadas; o CaCl₂ e o CaCO₃ obtiveram melhor resultado

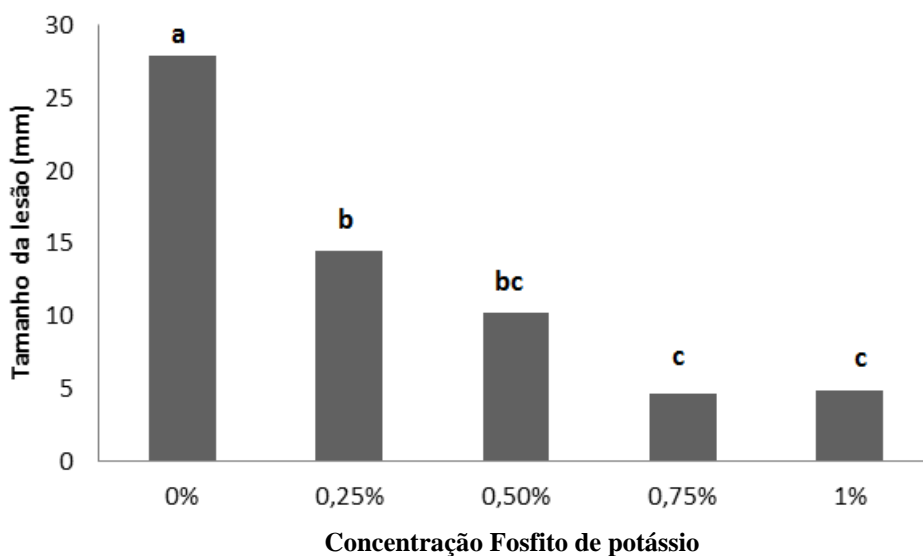
304 de controle apenas com 1% de dosagem (Figura 2).

305

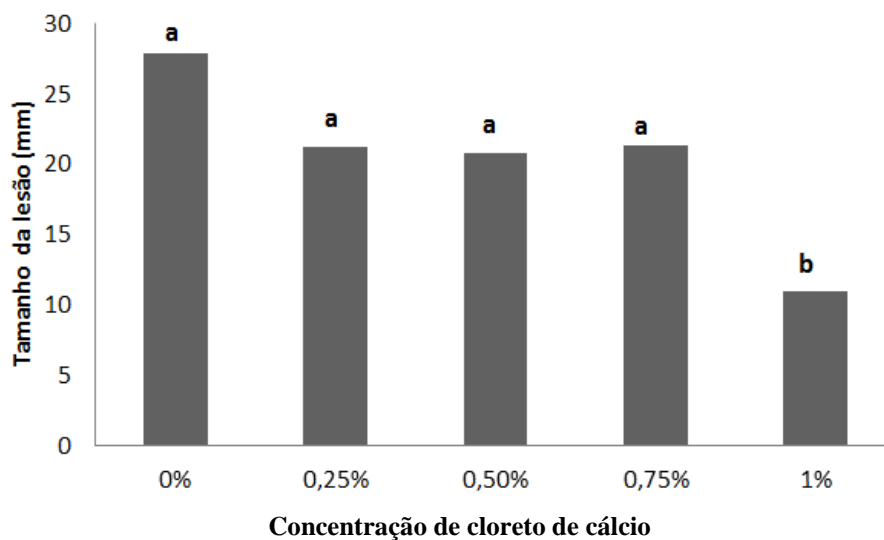
306 Figura 2. Efeito do fosfito de potássio (FK), cloreto de cálcio (CaCl_2), carbonato de cálcio (CaCO_3) como manejo
307 pós-colheita alternativo nas concentrações de 0,25%, 0,5%, 0,75% e 1% e do fungicida a base de ditiocarbonato
308 (metiram) e estrobirilina (piraclostrobina), na dosagem recomendada pelo fabricante no tamanho médio da lesão
309 causado pelo isolado mais agressivo (3TE) do fungo *Thielaviopsis ethacethica* em abacaxi cv. Pérola. Médias de
310 quatro repetições; Letras iguais nas colunas não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

311

312

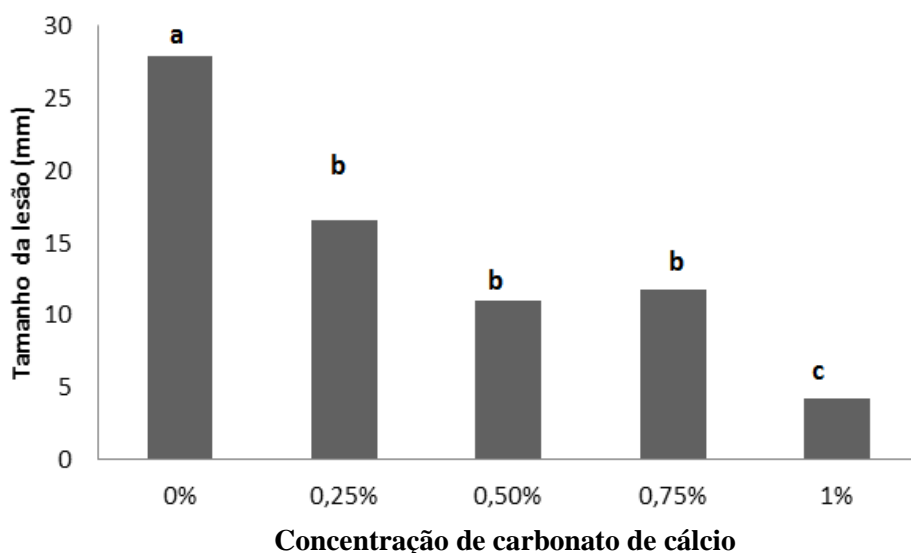


313

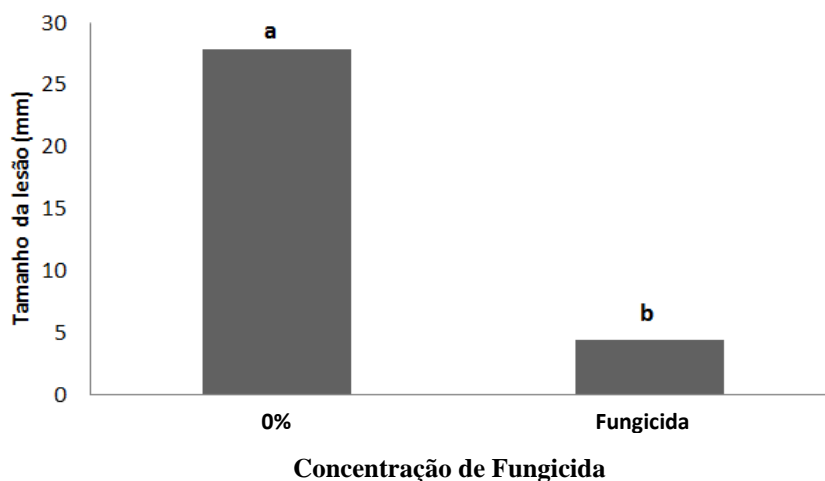


314

315



316



317

318

319 Em quantidade de frutos infectados, o FK foi o produto alternativo com uma menor
 320 incidência, com 44,87% dos frutos apresentando sintomas da doença após sua aplicação, o
 321 CaCO_3 apresentou 65,62%; já o CaCl_2 apresentou 100% dos frutos infectados. A aplicação
 322 dos fungicidas resultou em um controle de 75%.

323 Estudos com outros patossistemas corroboram com este trabalho ao verificar a eficácia
 324 dos fosfitos no manejo de podridões e outras doenças pós-colheita, principalmente o fosfito
 325 de potássio. O controle da podridão causada por *Aspergillus niger* em uvas (DAMBROS *et*
 326 *al.*, 2016); e em citros, no controle de bolores (CERIONI *et al.*, 2013).

327 Alguns trabalhos têm direcionado o uso do CaCl_2 no controle de patógenos, Ferraz *et*
 328 *al.*, (2016) verificaram que o número de lesões causado pelo *Colletotrichum gloeosporioides*

329 (Penz). Sacc. na goiabeira diminuiu proporcionalmente ao aumento da dose de CaCl_2 e os
330 melhores resultados ocorreram com as doses de 1,0% a 2,5%; na videira o cloreto de cálcio
331 se mostrou eficiente no tratamento pós-colheita do mofo cinzento causado por *Botrytis*
332 *cinerea* Pers (ROMANAZZI *et al.*, 2012) e na podridão peduncular em manga
333 (*Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Riffo & Maubl.), reduzindo a severidade da doença
334 (LINS *et al.*, 2011).

335

CONCLUSÕES

336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353

1. A severidade da doença causada pelo isolado mais agressivo (3TE) foi influenciada apenas pelas temperaturas mais altas (25 e 30°C), sendo independente da variação de concentração de inóculo e da presença de câmara úmida.

2. As condições ótimas para o estabelecimento da doença pelo isolado menos agressivo (5TE) foram altas concentrações de inóculo (10^6 e 10^7 conídios mL⁻¹) e temperatura entre 25 e 30°C, independentemente do tempo em câmara úmida.

3. O fosfito de potássio em todas as concentrações foi eficaz contra o desenvolvimento de *T. ethacethica* em condições *in vitro*.

4. A aplicação pós-colheita do fosfito de potássio e carbonato de cálcio foram eficazes no manejo da podridão negra do abacaxi.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos a Caroline Maria Teodoro Loura Macedo. Ao Laboratório de Fitopatologia da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) pela concessão dos isolados utilizados no trabalho.

REFERÊNCIAS

- 354
- 355 ADISA, V. A.; FAJOLA, A. O. Post-harvest fruit rots of pineapple (*Ananas comosus*) in
356 Nigéria. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 7, p. 97-103, 1982.
- 357 AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5th. Burlington: Elsevier Academic, 2005. 922 p.
- 358 ARAÚJO, L.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M.; STADNIK, M. J. Avaliação de
359 formulações de fosfito de potássio sobre *Colletotrichum gloeosporioides in vitro* e no
360 controle pós-infeccional da mancha foliar de *Glomerella* em macieira. **Tropical Plant**
361 **Pathology**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 54-59, 2010.
- 362 CARVALHO, R. R. C. *et al.* Efeito da temperatura no crescimento micelial, produção e
363 germinação de esporos de *Thielaviopsis paradoxa* isolado de coqueiros em Sergipe. **Scientia**
364 **Plena**, Aracaju, v. 7, n. 9, p. 1-5, 2011.
- 365 CATÃO, H. C. R. M.. *et al.* Fungicides and alternative products in the mycelial growth and
366 germination control of *Alternaria tomatophila*. **IDESIA** (Chile), v. 31, n. 3, p. 21-28, 2013.
- 367 CERIONI, L.; *et al.* Control of lemon postharvest diseases by low-toxicity salts combined
368 with hydrogen peroxide and heat. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 83,
369 p. 17-21, 2013.
- 370 CHITARRA, M. I. F., CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e**
371 **manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990, 320p.
- 372 DAMBROS, D. *et al.* Caracterização epidemiológica e fosfitos no manejo da podridão por
373 *Aspergillus niger* em uva de mesa. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 11,
374 n.3, p. 171-177, 2016.
- 375 FERRAZ, D. M. M.. *et al.* Efeito do cloreto de cálcio sobre a antracnose e características de
376 frutos de goiaba em pós-colheita. **Agrotrópica**, Ilhéus, v. 28, n. 3, p. 311-318, 2016.
- 377 FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS-FAO,
378 FAOSTAT; Statistical Databases. 2017. Disponível em:

- 379 <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 28 dez. 2017.
- 380 GOES, A. Podridão negra dos frutos e podridão da base da muda – *Ceratocystis paradoxa*
381 (anamorfo *Chalara paradoxa*), In: KIMATI, H. AMORIM, L; REZENDE, J. A. M.,
382 BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L E. A. **Manual de Fitopatologia**: doenças das
383 plantas cultivadas. 4 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005, v. 2, p. 10-11.
- 384 GOMES, A. M. A.; SILVEIRA, E. B.; MARIANO, R. L. R. Tratamento pós-colheita com
385 cálcio e microrganismos para controle da podridão-mole em tomate. **Horticultura**
386 **Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 108-111, 2005.
- 387 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da**
388 **produção agrícola**. Rio de Janeiro, v. 30 n.1 p.1-81, 2017. Disponível em:
389 <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_%5Bmensal%5D/Fasciculo/lspa_201701.pdf)
390 [_%5Bmensal%5D/Fasciculo/lspa_201701.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_%5Bmensal%5D/Fasciculo/lspa_201701.pdf)>. Acesso em: 25 jul. 2017.
- 391 KORRES A.M. N. *et al.* *Candida krusei* and *Kloeckera apis* inhibit the causal agent of
392 pineapple fusariosis, *Fusarium guttiforme*. **Fungal Biology**, Singapore, v. 115, n. 12, p.
393 1251-1258, 2011.
- 394 KURT, S.; TOK, F. M. Influence of inoculum concentration, leaf age, temperature, and
395 duration of leaf wetness on Septoria blight of parsley. **Crop Protection**, Gildford, v.25, n.6,
396 p. 556-561, 2006.
- 397 LIMA, L. L. *et al.* Temperatures and leaf wetness duration on orange rust development in
398 sugarcane (*Puccinia kuehnii*). **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 43, n. 2, p. 132-135,
399 2017.
- 400 LINS, S. R. O. *et al.* Controle alternativo da podridão peduncular em manga. **Summa**
401 **Phytopathologica**, Botucatu, v. 37, n. 3, p. 121-126, 2011.
- 402 LOBATO, M. C. *et al.* Antimicrobial activity of phosphites against different potato
403 pathogens. **Journal of Plant Disease and Protection**, Ulmer, v. 117, n. 3, p. 102-109, 2010.

- 404 MATOS, A. P.; SANCHES, N. F. Manejo das Principais Doenças do Abacaxizeiro. In:
405 POLTRONIERI, L. S.; VERZIGNASSI, J. R. **Fitossanidade na Amazônia: inovações**
406 tecnológicas. 1ª ed. Capítulo 4, p. 73-90, 425p. 2007.
- 407 MICHAILIDES, T. J.; MORGAN, D. P.; LUO, Y. Epidemiological assessments and
408 postharvest disease incidence. In: PRUSKY, D. GULLINO, M. L. (Eds.) **Postharvest**
409 **pathology, plant pathology in the 21st Century**. Netherlands: Springe Science Business
410 Media B.V., 2010. v. 2, p. 69-88.
- 411 MOTA, W. F. *et al.* Influência do tratamento pós-colheita com cálcio na conservação de
412 jaboticabas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 49-052, 2002.
- 413 NOZAKI, M. H.; KLIEMANN, O. A. Avaliação do uso de fosfito no controle da antracnose
414 em feijoeiro comum. **Revista Agrarian**, Dourados, v.9, n.31, p 19 - 25, 2016.
- 415 OLIVEIRA, S. M. A. *et al.* **Patologia pós-colheita: frutas, olerícolas e ornamentais**
416 **tropicais**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 855p.
- 417 OLIVEIRA, T. A. S. *et al.* Efeito do estágio de maturação, tipo de inóculo e local de
418 inoculação na severidade da podridão peduncular em manga. **Tropical Plant Pathology**,
419 Brasília, v. 33, n. 6, p. 409-414, 2008.
- 420 OLIVEIRA, M. J. *et al.* Effects of wounding, humidity, temperature, and inoculum
421 concentrations on the severity of corky dry rot caused by *Fusarium semitectum* in melon
422 fruits. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 36 n. 3, p. 281-289, 2014a.
- 423 OLIVEIRA, T. A. S. *et al.* Fatores epidemiológicos de *Phytophthora palmivora* afetando a
424 severidade da podridão-dos-frutos do mamoeiro na pós-colheita. **Summa Phytopathologica**,
425 Botucatu, v. 40, n. 3, p. 256-263, 2014b.
- 426 PESSOA, W. R. L. S. *et al.* Efeito da temperatura e período de molhamento sobre o
427 desenvolvimento de lesões de *Colletotrichum musae* em banana. **Summa Phytopathologica**,
428 Botucatu, v. 33, n. 2, p. 147-151, 2007.

- 429 ROBERTS P.; KUCHARÉK, T. Watermelon; Specific Common Diseases. Florida Plant
430 Disease Management Guide: Florida Cooperative Extension Service, **Institute of Food and**
431 **Agricultural Sciences**, University of Florida. v. 3, n. 55, p. 1-4, 2006.
- 432 ROMANAZZI, G. *et al.* Recent advances on the use of natural and safe alternatives to
433 conventional methods to control postharvest gray mold of table grapes. **Postharvest Biology**
434 **and Technology**, Amsterdam, v. 63, n. 1, p. 141-147, 2012.
- 435 SOUZA, W. C. O. *et al.* Alternative control of *Chalara paradoxa*, causal agent of black rot
436 of pineapple by plant extract of *Mormodica charantia*. **European Journal of Plant**
437 **Pathology**, Dordrecht, v. 142, n. 3, p 481–488, 2015.

CONCLUSÕES GERAIS

CONCLUSÕES GERAIS

- Os isolados de *T. ethacethica* apresentaram comportamentos diferentes em relação à agressividade;
- A severidade da doença para o isolado mais agressivo (3TE) foi influenciada apenas pelas temperaturas mais altas (25° e 30°C), independente da variação de concentração de inóculo e da presença de câmara úmida;
- As condições ótimas para o estabelecimento da doença do isolado menos agressivo (5TE) foram altas concentrações de inóculo (10^6 e 10^7 conídios mL⁻¹), e temperatura entre 25° e 30°C;
- No teste *in vitro*, o fosfito de potássio, em todas as concentrações, apresentou o mesmo efeito que o fungicida testado sobre o isolado de *T. ethacethica*;
- O cloreto de cálcio foi o menos eficaz no tratamento da podridão negra do abacaxi;
- A aplicação pós-colheita de fosfito de potássio e carbonato de cálcio apresentaram resultados satisfatórios e podem ser incorporado no manejo pós-colheita da podridão negra do abacaxi.