



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL  
DE PERNAMBUCO**  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM FITOPATOLOGIA**

**Tese de Doutorado**

**Indução de resistência no manejo da fusariose e podridão  
negra do abacaxi**

**Luiz Gustavo de Lima Melo**

**Recife – PE**

**2016**

**LUIZ GUSTAVO DE LIMA MELO**

**INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA NO MANEJO DA FUSARIOSE E PODRIDÃO  
NEGRA DO ABACAXI**

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:**

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Sônia Maria Alves de Oliveira

Co-Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Antonia Alice Costa Rodrigues

Co-Orientadora: Dr<sup>ª</sup>. Severina Rodrigues de Oliveira Lins

**RECIFE-PE**

**FEVEREIRO - 2016**

## Ficha catalográfica

M528i Melo, Luiz Gustavo de Lima  
Indução de resistência no manejo da fusariose e  
podridão negra do abacaxi / Luiz Gustavo de Lima Melo. –  
Recife, 2016.  
72 f. : il.

Orientadora: Sônia Maria Alves de Oliveira.  
Tese (Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia) –  
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de  
Agronomia, Recife, 2016.

Referências.

1. *Ananas comosus* 2. *Fusarium guttiforme* 3.  
*Thielaviopsis*  
*ethacethica* 4. Controle alternativo 5. Indutores de resistência  
I. Oliveira, Sônia Maria Alves de, orientadora II. Título

CDD 632

**INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA NO MANEJO DA FUSARIOSE E PODRIDÃO  
NEGRA DO ABACAXI**

**LUIZ GUSTAVO DE LIMA MELO**

Tese apresentada e defendida pela Banca Examinadora em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**ORIENTADOR:**

---

Prof<sup>a</sup>Dr<sup>a</sup> Sônia Maria Alves de Oliveira (UFRPE)

**EXAMINADORES:**

---

---

---

---

---

**RECFE-PE**

**FEVEREIRO -2016**

A Deus, por guiar meus passos e me conduzir  
sempre pelo caminho correto.

### **AGRADEÇO**

A Valentina, filha querida e amada, por preencher  
minha vida com alegria e amor tornando meus  
dias muito mais iluminados.

A Erlen, minha esposa, minha parceira, por me  
incentivar e acreditar em meus sonhos, por estar ao  
meu lado em todas as etapas dessa caminhada.

### **OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, presença constante em minha vida, responsável por tudo que nela acontece. Por isso sou grato a Ele por colocar pessoas especiais em meu caminho, das quais não poderia deixar de agradecer.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), pela oportunidade de realização do Doutorado em Fitopatologia.

À Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) pela oportunidade de desenvolver parte importante dessa Tese de Doutorado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia pelos ensinamentos transmitidos.

Aos meus pais, Luiz e Letícia, pelo imenso amor, incessante atenção e carinho, tão importantes para todas as etapas de minha vida.

Aos meus irmãos Rodolfo, Lenira e Eduardo pelo companheirismo, dedicação e amor, a mim concedido durante o decorrer de mais uma caminhada.

À minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Sônia M. A. Oliveira, pela orientação, paciência, tranquilidade e simplicidade em repartir comigo seus conhecimentos, me ajudando a trilhar, com alegria e respeito, mais uma etapa de minha jornada.

À minha co-orientadora, Prof<sup>a</sup>Dr<sup>a</sup>. Antônia Alice Costa Rodrigues, pelo acolhimento, dedicação e incentivo. Por acreditar no meu trabalho e junto com minha orientadora, fazer com que ele fosse concluído plenamente.

Aos amigos do Laboratório de Patologia Pós-Colheita pelos bons momentos vivenciados.

Aos amigos do Laboratório de Fitopatologia da UEMA pelo acolhimento, ajuda, companheirismo e pelos momentos alegres compartilhados.

A todos os colegas do Programa de Pós-graduação em Fitopatologia, pela convivência.

A todos os colegas do núcleo de biotecnologia agrônômica da UEMA, em especial ao professor e amigo Dr<sup>o</sup> Gilson Soares da Silva pelos ensinamentos e momentos de descontração.

## SUMÁRIO

	<b>Pagina</b>
<b>AGRADECIMENTOS .....</b>	<b>v</b>
<b>RESUMO GERAL .....</b>	<b>vii</b>
<b>GENERAL ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>CAPÍTULO I – Introdução Geral .....</b>	<b>1</b>
<b>A Planta .....</b>	<b>4</b>
<b>A Fusariose .....</b>	<b>5</b>
<b>A Podridão Negra do Abacaxi .....</b>	<b>7</b>
<b>A Indução de Resistência .....</b>	<b>8</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO II – Controle alternativo para a fusariose do abacaxi .....</b>	<b>20</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>21</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>22</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>22</b>
<b>Material e Métodos .....</b>	<b>24</b>
<b>Resultados e discussão .....</b>	<b>28</b>
<b>Conclusões .....</b>	<b>32</b>
<b>Referências .....</b>	<b>32</b>
<b>CAPÍTULO III – Indução de resistência como alternativa de controle à podridão negra do abacaxi .....</b>	<b>41</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>42</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>43</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>43</b>
<b>Material e Métodos .....</b>	<b>44</b>
<b>Resultados e discussão .....</b>	<b>49</b>
<b>Conclusões .....</b>	<b>53</b>
<b>Referências .....</b>	<b>53</b>
<b>CONCLUSÕES GERAIS .....</b>	<b>63</b>

## RESUMO GERAL

*Fusarium guttiforme* e *Thielaviopsis ethacethica* são responsáveis por inúmeras perdas no que concerne o cultivo do abacaxi. Apesar da fusariose ser considerada uma doença de pré-colheita, seus danos ao fruto, refletem negativamente na comercialização; já *T. ethacethica*, responsável pela podridão negra do fruto do abacaxizeiro, é uma doença tipicamente de pós-colheita, causando perdas principalmente em frutos destinados tanto a indústria como ao consumo *in natura*. Dessa forma os dois fitopatógenos em questão abrangem toda a cadeia produtiva do abacaxi. Diante da relevância desses agentes etiológicos e dos altos níveis de infecção nas regiões produtoras do fruto este trabalho buscou avaliar efeito de produtos alternativos no manejo da fusariose do abacaxizeiro e da podridão negra do abacaxi, bem como verificar as possíveis alterações físico-químicas e bioquímicas que estes possam causar nos frutos. No primeiro artigo, o efeito de produtos alternativos no manejo da fusariose foi analisado na fase pré-colheita, por infecção natural em campo, bem como levantamento de incidência da fusariose do abacaxizeiro. No segundo artigo, o efeito de produtos alternativos no manejo da podridão negra foi analisado na fase pós-colheita verificando sua ação sobre a severidade das lesões nos frutos e possíveis alterações no crescimento micelial e esporulação de *T. ethacethica*. Os produtos testados foram fosfito de potássio (FK), fosfito de cálcio (FCa), fosfito de cobre (FCu), Agro-Mós (AGM), silicato de cálcio (SCa), Biopiról<sup>®</sup>, Bion<sup>®</sup> e carbendazim ccab 500 sc, aplicados nas dosagens recomendadas pelos fabricantes. Para as análises de infecção natural por *Fusarium* os resultados mostraram que FK, FCu e biopiról foram eficientes no controle da incidência da doença. As análises físico-químicas mostraram que os tratamentos não promoveram alteração no pH dos frutos, enquanto que na bioquímica apenas FK promoveu a expressão da enzima  $\beta$ -1,3- glucanases em frutos de abacaxi. Relacionado à *T. ethacethica*, os resultados mostraram que Bion<sup>®</sup>, Agro-mos e FK foram capazes de controlar a podridão negra no fruto. FK inibiu o crescimento micelial e a



esporulação do patógeno. Os produtos aplicados proporcionaram alterações nos teores de pH, SST e ATT. Alterações bioquímicas não foram observadas pela aplicação dos produtos.

**Palavras chaves:** *Ananas comosus*, *Fusarium guttiforme*, *Thielaviopsis ethacethica*, controle alternativo, indutores de resistência.

## GENERAL ABSTRACT

*Fusarium guttiforme* and *Thielaviopsis ethacethica* are responsible for numerous losses regarding the cultivation of pineapple. Despite the fusarium be considered a pre-harvest disease, the damage to the fruit, negatively reflecton marketing; *T. ethacethica* already responsible for black rot of pineapple fruit is typically a disease of post-harvest, causing losses mainly fruit for both industry and the fresh market. Thus the two plant pathogens in question cover the entire production chain of the pineapple. Given the importance of these etiological agents and the high level soft infection in the producing regions of the fruit this study evaluated effect of alternative products in the management of fusarium wilt of pineapple and black pineapple rot, as well as checking the possible physical-chemical and biochemical changes they can cause the fruit. In the first article, the effect of alternative products in the management of fusarium wilt was analyzed in the pre-harvest by natural infection in the field, as well as lifting incidence of fusarium wilt of pineapple. In these article, the effect of alternative products in the management of black rot was analyzed in post-harvest checking its action on these verities of the lesions in the fruits and possible changes in mycelia growth and sporulation of *T. ethacethica*. The products tested were potassium phosphite (FK), calcium phosphite (FCA), copper phosphide (FCU), Agro-Mos (AGM), calcium silicate (CAS), Biopiról®, Bion® and carbendazim CCAB 500 SC applied at recommended dosages by manufacturers. For the analysis of natural infection by *Fusarium* results show edth at FK, FCU and Biopiról were efficient in controlling the incidence of the disease. The physico-chemical analysis show edth at the treatments did not promote change in the pH of the fruit,

while in biochemistry only FK promoted the expression of  $\beta$ -1,3-glucanase enzyme in pineapple fruit. Related to *T. ethacethica*, the results show edth at Bion®, agro- and FK we were able to control black rot in the fruit. FK inhibited mycelia growth and sporulation of the pathogen. The applied products provided changes in pH levels, SST and ATT. Biochemical changes were not observed by the application of the products.

**Keywords:** *Ananas comosus*, *Fusarium guttiforme*, *Thielaviopsis ethacethica*, alternative control, resistance inducers.

## INTRODUÇÃO GERAL

A produção mundial de frutas se encontra em uma fase crescente apresentando um crescimento contínuo. 2012 foi o último ano de coleta de dados oficiais e neste, o Brasil encontrava-se em terceiro lugar na produção mundial, atrás apenas de China e Índia. A Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) estima que entre 2013 e 2014 superamos a marca de 43 milhões de toneladas produzidas e segundo o Instituto Brasileiro de Frutas (IBRAF) a fruticultura gera, direta e indiretamente, cerca de 5,6 milhões de empregos (RODRIGUES, 2015).

O Brasil, com percutuail globais de 5,7 de frutas colhidas e produção de 41,5 milhões de toneladas tem como principais frutas produzidas a laranja (*Citrus sinensis* L.), banana (*Musa* spp), coco (*Cocos nucifera* L.), mamão (*Carica papaya* L.), cajú (*Anacardium occidentale* L.), castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) e abacaxi (*Ananas comosus* L. Merril) (ANDRADE, 2012)

O abacaxi contribuiu com 6,9% do volume total da Fruticultura Brasileira, com 3,1 milhões de toneladas, sendo os estados de Minas Gerais, da Paraíba e do Pará os principais produtores que participam com 48,4% da produção nacional. O Brasil obteve produção em 2012 de 43,912 milhões de toneladas de abacaxi (IBGE, 2015).

No Brasil, o aumento de frutas frescas produzidas, tais como frutas tropicais, subtropicais e temperadas, está relacionado a uma suposta vantagem natural com a diversidade climática e composição dos solos. Contudo, o montante produzido é abrandado devido às inúmeras dificuldades técnicas encontradas no sistema de produção (FACHINELLO; NACHTIGAL; KERSTEN, 2008).

Essa diversidade, ligada diretamente a extensão territorial, faz com que a fruticultura brasileira se organize baseada na baixa presença de capital, elevada especialização da mão-de-obra e onde as inovações tecnológicas baseiam-se na distribuição, aprendizado e adaptação (BUSTAMANTE, 2009).

No Nordeste, a importância da fruticultura é reflexo de condições naturais e das características edafoclimáticas da região. Fisiograficamente é privilegiada, reduz o tempo e o custo do transporte para a América do Norte e Europa, o que confere maior competitividade quando se trata de produtos facilmente perecíveis tornando-se assim, a maior produtora de abacaxi, banana, cacau (*Theobroma cacao* L.), coco, goiaba (*Psidium guajava* L.), mamão, manga (*Mangifera indica* L.), maracujá (*Passiflora edulis* Sims) e castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.) (CASTRO NETO, 2009).

Em relação à produção da cultura do abacaxizeiro no mundo, em 2012, o Brasil ocupou a quarta colocação no que se referente a área produzida, sendo responsável pelo cultivo de 60.653 ha dos 995.888 ha existentes no mundo. A Ásia é o continente com maior produção total (108.873.52 t) e área produzida (411.717 ha), sendo responsável por 46,61% da produção mundial. Já o Continente Americano é o segundo maior produtor do fruto, detendo 37% da produção, cabendo à América do Sul 17% da produção mundial. O Brasil é o terceiro maior produtor de abacaxi responsável por 10,62% da produção mundial, atrás apenas da Tailândia responsável por 11,35% e Filipinas com 10,27% do que é produzido no mundo (FAOSTAT, 2015). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, em 2014, a área plantada foi de 96.800 ha, onde foram colhidos 64.673 ha, obtendo uma produção de 1.731.879 t e um rendimento médio de 26.779 Kg/ha (IBGE, 2015).

No Brasil, o maior produtor do fruto é o estado do Pará, que apesar de ter índices pluviométricos favoráveis ao cultivo do fruto aumenta progressivamente o uso da irrigação o que permite antecipar a colheita. Dentro do estado, o município de Floresta do Araguaia é o maior produtor, aumentando a área cultivada de 6 mil para 7 mil hectares e a produção de 210 milhões para 245 milhões de frutos, entre 2011 e 2012. Ainda, neste período, houve um aumento de 100 milhões para 120 milhões de unidades na produção em, São Francisco de Itabapoana, município do Rio de Janeiro, apresentando-se como o segundo maior produtor do país, seguidos por Touros, no Rio Grande do Norte na terceira colocação, com 87 milhões de frutos colhidos em 2012; Itapororoca (PB) em quarto lugar, com 75 milhões de unidades em 2012; e Monte Alegre de Minas (MG), com 60 milhões de frutas ocupando a quinta colocação (SANTOS et al., 2013).

Matos, Junghans e Spironello (2011) evidenciaram que a distribuição por regiões fisiográficas mostrava o Nordeste com a maior área cultivada, seguido do Norte e do Sudeste, as quais, em conjunto, participam com mais de 92% da área cultivada com essa frutífera no país. Contudo, essa região e as áreas produtoras de abacaxi sofreram vários impactos referentes a forte seca, no segundo semestre de 2013 e com isso a produção nacional decaiu de 1,69 bilhão para 1,55 bilhão de frutos entre 2012 e 2013 (IBGE, 2015).

### **A Planta**

*Ananas comosus* é uma planta de clima tropical, monocotiledônea, herbácea e perene da família Bromeliácea. Apresenta caule curto e grosso, onde se insere o pedúnculo que sustenta a inflorescência e, em seguida o fruto. Cada planta produz um único fruto de aroma intenso (NASCENTE; COSTA; COSTA, 2005). xxxx

As folhas são estreitas, longas e resistentes, quase sempre margeadas por espinhos e dispostas em rosetas. O formato e posição na planta permite sua classificação em A, B, C, D, E, F, da mais velha e externa, para a mais nova e interna (KRAUSS, 1948; PY; LACOEUILHE; TEISON, 1987).

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. Frutos de variedades conhecidas são vulgarmente chamados de abacaxi, provenientes da língua guarani, dos índios guaranis (GIAGOMELLI; PY, 1981).

A exploração do abacaxizeiro vai depender do número de ciclos produtivos que uma mesma planta será submetida. Esses ciclos podem variar dependendo das condições edafoclimáticas, vigor do material propagativo usado e manejo da cultura. Em regiões tropicais o primeiro ciclo dura em média 14 a 18 meses, enquanto que os ciclos subsequentes chamados de soca, perduram por 12 a 14 meses no máximo (REINHARDT; SOUZA; CABRAL, 2000).

Independente da região produtora, o ataque por diversos fitopatógenos, como fungos, bactérias, vírus e nematoides bem como os problemas de ordem abiótica como a queima solar, brunimento interno, murcha fisiológica, fasciação e a mancha-chocolate, entre outras, podem ocorrer na cultura do abacaxizeiro. De todos os problemas bióticos e abióticos que afetam o abacaxizeiro no Brasil, a fusariose, causada pelo fungo *Fusarium guttiforme* Nirenberg & O'Donnell (= *Fusarium subglutinans* f. sp. *ananas* Ventura; Zambolim; Gilb), destaca-se

como a mais importante e destrutiva, incitando perdas significativas à produção de frutos (MATOS; JUNGHANS; SPIRONELLO, 2011).

Outras doenças de relativa importância à cultura são a podridão-do-olho, causada por *Phytophthora nicotiana* van Brenda de Haan var. *parasítica* (Dastur), de expressão econômica especialmente em regiões de alta pluviosidade ou onde se pratica a abacaxicultura sob irrigação; e a podridão-negra, *Chalara (Thielaviopsis) paradoxa* (De Seyn) Sacc., que pode tanto infectar as mudas provocando a sua morte quanto causar podridão de frutos em pós-colheita (MATOS et al., 2000).

### **A Fusariose**

Nirenberg; O'Donnell (1998) descreveram *F. guttiforme* como agente etiológico da fusariose, por meio de caracterização morfológica e filogenética. Constatada pela primeira vez no Brasil, na variedade 'Smooth Cayenne', em 1964, no estado de São Paulo e, posteriormente, no Rio de Janeiro e Minas Gerais (BARBOSA; SILVA, 2006).

Apesar da fusariose ser considerada uma doença de pré-colheita, merece destaque devido aos danos causados no fruto e ao impacto negativo que acarreta na comercialização do mesmo. Esta doença, também conhecida como gomose ou resinose fúngica afeta o abacaxizeiro apenas na América do Sul e Caribe, tendo sido encontrada no Brasil, Argentina, Uruguai, Bolívia, Venezuela e Cuba (MATOS; MOURICHON; PINON, 1992; VENTURA; ZAMBOLIM, 2003). Entretanto, dos países atingidos, o Brasil é o único com produção expressiva do fruto. As perdas ocasionadas pela fusariose podem chegar a 30-40% dos frutos no Brasil, podendo alcançar até 80% em algumas regiões do país. As graves perdas causadas pela fusariose devem-se principalmente ao fato de que as duas cultivares mais utilizados comercialmente, Pérola e Smooth Cayenne, serem altamente susceptíveis ao fitopatógeno (BARBOSA; SILVA, 2006).

Apesar das considerações iniciais de que *F. subglutinans* (Wollenw; Reinking) Nelson, Toussoun & Marasas, seria o agente etiológico causador da fusariose do abacaxi, análises de sequências do DNA de fragmentos dos genes que codificam a beta tubulina, fator de alongação 1-alfa e calmodulina e a observação de marcadores morfológicos revelaram que a população responsável pela fusariose do abacaxizeiro pertence a uma espécie única, a qual foi denominada *F. guttiforme* (NIRENBERG; O'DONNELL, 1998), a qual não apresenta fase teleomórfica conhecida (LESLIE; SUMMERELL, 2006).

Pertencente à família Tuberculariaceae constante em quase todos os habitats, o gênero *Fusarium* possui ampla distribuição geográfica (KIMATI et al., 2005). *F. guttiforme* produz macroconídios hialinos, caracterizados por possuírem células basais e apicais diferenciadas, que são utilizadas na taxonomia das espécies (VENTURA; ZANBOLIM, 2003).

No abacaxizeiro ou em outra planta hospedeira, *Fusarium guttiforme* permanece nas folhas, de forma epífita. Não produz clamidósporos, o que resulta em baixa capacidade competitiva do fitopatógeno (ALVES, 2006). No entanto, material propagativo contaminado e restos de cultura constituem a principal forma de sobrevivência deste fungo, servindo como fonte de inóculo inicial. A disseminação ocorre facilmente pelo vento, chuva, transporte de material propagativo infectado e insetos (BARBOSA; SILVA, 2006).

A fusariose pode ocorrer em qualquer estágio fenológico e órgão da planta. Contudo, o fruto é o local de maior incidência dos sintomas e sinais. O fitopatógeno causa lesões nos tecidos afetados, incitando a exsudação de uma substância gomosa (GOES, 2005), inicialmente de cor amarelada, progredindo gradativamente, a amarela avermelhada que extravasa pelo ápice dos frutinhos infectados (MATOS, 1995). No entanto, ao invés da exsudação gomosa, o frutinho pode apresentar uma lesão superficial deprimida e inicialmente parda na casca, podendo evoluir em direção ao centro do fruto causando flacidez e descoloração na polpa e, conseqüentemente, deformação do fruto. No estágio final de desenvolvimento da doença ocorre a mumificação dos frutos (MATOS, 2003).

O período de antese é a fase do estágio fenológico do abacaxizeiro mais suscetível à infecção por *F. guttiforme*. Temperaturas abaixo de 23°C, por períodos prolongados, durante o florescimento, e chuva na fase de indução floral até a colheita favorecem o aumento da incidência da doença nos frutos. Entretanto, temperatura acima de 28 °C, por várias horas, durante o desenvolvimento da inflorescência diminuem a incidência da fusariose (BARBOSA; SILVA, 2006).

O fitopatógeno é bastante destrutivo e o manejo da doença é obtido mediante um conjunto de medidas de controle. A redução do inóculo inicial é tida como a primeira medida a ser adotada (MATOS, 2003). Outras plantas presentes na lavoura também devem ser eliminadas (VENTURA; ZAMBOLIM; CHAVES, 1993) haja vista que *F. guttiforme* pode sobreviver, como epífita, em folhas de plantas invasoras (ALVES, 2006). A redução do inóculo pode ser obtida enterrando-se os restos culturais, uma vez que plantas infectadas e enterradas perdem a capacidade de servir como fonte de inóculo após 30 dias. A rotação de

culturas é uma prática também recomendada, assim como o pousio durante dois a quatro meses, apesar desta medida não ser economicamente viável (BARBOSA; SILVA, 2006). A resistência genética é a alternativa ao manejo da doença mais viável e econômica, uma vez que as variedades comerciais Pérola e Smooth Cayenne são tidas como suscetíveis ao fitopatógeno (REINHARDT; SOUZA; CABRAL, 2000).

### **A Podridão Negra do Abacaxi**

A doença podridão negra do abacaxi está entre os principais problemas fitossanitários da cultura do abacaxizeiro sendo responsável por perdas elevadas, principalmente em frutos destinados à indústria (MATOS, 2005). É considerada a principal doença pós-colheita em todos os países produtores de *A. comosus*. No Brasil, é a doença economicamente mais importante na Região Norte e Nordeste (MATOS et al., 2000).

Essa doença apresentava como agente etiológico o fungo *Ceratocystis paradoxa* em sua fase sexual e *Chalara paradoxa* compreendia a fase anamórfica desse fungo (ELLIS, 1971). Entretanto, a partir de estudos de sequência do DNA para três regiões distintas (60S, LSU, MCM7) e análises filogenéticas do complexo *Ceratocystis paradoxa* uma redefinição taxonômica foi elaborada onde o agente etiológico responsável pela podridão negra do abacaxi foi denominado de *Thielaviopsis ethacetica* na fase anamórfica e *Ceratocystis ethacetica* compreende a fase teleomórfica (BEER et al., 2014).

*Thielaviopsis ethacetica* apresenta longo período de incubação. Pode infectar os frutos por diversas rotas tais quais, 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 (ADISA; FAJOLA, 1982).

Após a penetração no pedúnculo, a progressão do fitopatógeno no fruto ocorre decorrente do avanço pelo eixo central em direção ao ápice e mais lentamente na polpa, dando origem a uma lesão em formato de cone. A coloração amarela intensa pode ocorrer desde o crescimento inicial do fruto, mas os sintomas aparecem apenas após a colheita, ou, ainda, durante o armazenamento e o transporte. Ocorrendo a infecção via ferimento na casca, a lesão progride de fora para dentro em direção ao eixo central do fruto, 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 em fruto oco, contendo apenas as fibras dos feixes vasculares. Com o desenvolvimento da doença, ocorre frequentemente esporulação e crescimento micelial do fungo na superfície do fruto (ADISA; FAJOLA, 1982).

A colonização dos tecidos, ocorre entre oito e 12 horas após o surgimento dos ferimentos. Além disso, chuvas durante a colheita resultam, geralmente, em altos percentuais de frutos infectados. O fitopatógeno pode persistir no solo em forma de microconídios e clamidosporos. Em frutos refrigerados (8°C), a doença não se desenvolve; no entanto, quando os frutos são transferidos para local com temperatura ambiente (24-26°C), a doença evolui com rapidez (MATOS, 1999).

Mesmo após serem colhidas, as frutas apresentam um ativo processo biológico, esse fato predispõe o aparecimento de injurias pós-colheita e caracterizam perdas na cadeia de comercialização (KADER, 2002).

A podridão negra requer, para o controle, o sinergismo de medidas, como, colher o fruto com uma parte do pedúnculo de aproximadamente 2 cm de comprimento, manusear adequadamente os frutos na pós-colheita para evitar ferimentos na sua superfície, tratar de imediato os ferimentos do pedúnculo com fungicidas sistêmicos, como os benzimidazóis, eliminar os restos culturais nas proximidades das áreas onde os frutos são processados na pós-colheita, reduzir ao mínimo o período entre a colheita e o processamento dos frutos, e armazenar e transportar os frutos sob condições de refrigeração, em temperaturas próximas de 12°C (CARVALHO; LACERDA, 2005).

### **A Indução de Resistência**

Perdas pós-colheita podem estar relacionadas ao manejo da cultura no campo ou a práticas inadequadas de embalagem, armazenamento e transporte, bem como a ocorrência de fitopatógenos (BENATO; CIA, 2009). Reduzir essas perdas é um desafio constante na cadeia produtiva de frutas, haja vista que o alto teor de nutrientes e água presente nos frutos predispõe a ocorrência de vários distúrbios fisiológicos, danos mecânicos e ocorrência de podridões mesmo após a colheita (KADER, 2002).

Apesar dos agroquímicos ainda serem a forma mais eficiente no tratamento de doenças pós-colheita, as preocupações com a saúde e o ambiente, problemas de fitotoxidez, efeitos residuais nos alimentos, assim como o desenvolvimento de resistência a fungicida pelos patógenos, começam a desencadear uma tendência de substituição desses produtos a práticas alternativas de controle (GADELHA et al., 2003; KUCK; GISI, 2007). Como forma de proporcionar um menor impacto ambiental e proteção das plantas, pode-se optar pelo uso de extratos vegetais, assim como a indução de resistência com produtos de natureza biótica ou abiótica (COSTA, 2010).



Dentre estes produtos alternativos, a utilização de extratos vegetais a base de alho (*Allium sativum* L.), cebola (*Allium cepa* L.), melão de São Caetano (*Momordica charantia* L.), assim como, formulações orgânicas como Bion<sup>®</sup>, Agro-Mos<sup>®</sup>, Ecolife<sup>®</sup> vem sendo testados e demonstrados eficiências no controle de podridão pós-colheita em abacaxi (CARVALHO et al., 2000; OLIVEIRA; NASCIMENTO, 2009).

Elicitores bióticos, como os complexos de carboidratos lipídicos, proteínas, quitosana e a base de organismos antagônicos (DARVILL; ALBERSHEIM, 1984) e abióticos, como o acibenzolar-S-metil, ácido- $\beta$ -aminobutírico e metiljasmonato (STICHER; MANI; MÉTRAUX, 1997), ou fertilizantes, como sais inorgânicos, silicatos, desencadeiam no fruto uma série de respostas para barrar a infecção do fitopatógeno (JAMES; TWEEDY; NEWBY, 1993).

Agro-Mos<sup>®</sup>, um mananoligossacarídeo fosforilado proveniente da parede celular de *Saccharomyces cerevisiae*, tem mostrado efeitos positivos no controle de fitopatógenos, tais quais *Plasmopara viticola* e *Uncinula necator* em videira (GOMES et al., 2007), *Colletotrichum gloeosporioides*, *Lasiodiplodia theobromae* e *Fusarium* spp. em mamão (DANTAS et al., 2004). Combinações deste produto com extrato vegetal de manjeriço também mostraram resultados significativos no controle da Podridão por *Lasiodiplodia* em maracujá amarelo (SILVA, 2012). Agro-Mos<sup>®</sup> pode ser aplicado via pulverização foliar, formando uma película protetora a base de *S. cerevisiae* que impede a fixação de patógenos sobre os tecidos das plantas ou incitando reação não específica a patógenos (COSTA, 2008).

Essas reações não específicas e a ativação de diversos mecanismos de defesa, também podem ser incitadas por acibenzolar-S-metil (ASM) (IRITI; FAORO, 2003). ASM é um indutor de resistência abiótico, análogo funcional do ácido salicílico, que interfere nos processos fisiológicos e bioquímicos das plantas, ativando a resistência sistêmica aos agentes patogênicos (COSTA, 2008). Tem rápida absorção pelos tecidos foliares (FURTADO, 2010) atuando na ativação e acúmulo de PR proteínas (LOON; REP; PIETERSE, 2006), regulando rotas metabólicas secundárias como fitoalexinas ou compostos de defesa estruturais (GLAZEBROOK, 2005). Fernandes et al. (2013) constaram que ASM controlou satisfatoriamente a ferrugem e a cercosporiose do cafeeiro. Já Uchôa et al. (2014) relataram a eficiência de acibenzolar-S-metil combinados com silicato de potássio a 0,5% na indução de resistência a Sigatoka negra na variedade suscetível Grand Naine (AAA).

O uso de indutores de resistência bióticos e abióticos é uma tecnologia promissora para o controle de doenças. Considerada como uma estratégia para a redução do uso de agroquímicos (NICHOLSON; HAMMERSCHMIDT, 1992; TERRY; JOYCE, 2004).

No intuito de comprovar a eficácia na supressão de fitopatógenos em diversas culturas, sais inorgânicos, como os fosfitos, têm sido testados com eventuais elicitores, haja vista que a expressão de resistência ou suscetibilidade de plantas a patógenos têm sido amplamente correlacionadas com quantidade e combinações de fertilizantes, isto porque se sabe que alguns elementos como fósforo (P) e potássio (K), potencializam a resistência de plantas (SILVA, 2012).

A ação antifúngica dos fosfitos foi relatada inúmeras vezes contra diferentes patógenos das mais diversas espécies vegetais. Publicações evidenciam a sua efetividade em reduzir a severidade da doença (BUFFARA et al., 2013; DIANESE et al., 2008; MANN; KETTLEWELL; JENKINSON., 2004; MITCHELL; WALTERS, 2004). Blum et al. (2007) mostraram que tratamentos pós-colheita com fosfito de potássio e fosfito de cálcio reduziram a incidência do mofo-azul em maçãs. Pajot, Corre, Silué (2001) constataram o controle ao míldio da alface, proporcionado com a utilização de fosfito de potássio. Essa mesma fonte de fosfito inibiu totalmente a germinação dos conídios, com efeito fungitóxico, sem indução do acúmulo de PR proteínas.

A eficiência da aplicação de elicitores bióticos e abióticos tem sido reafirmada em diversos trabalhos como eficientes controladores de doenças em plantas e frutos (DANTAS; COELHO, 2006; GOMES et al., 2007; GOMES et al., 2011)

A indução de resistência se propõe a controlar doenças de plantas com a vantagem de proteger o hospedeiro, de fitopatógenos. Dentre estes se encontram vírus, bactéria e fungos. A indução de resistência se baseia na ativação de respostas de defesa, que tem como objetivo evitar o estabelecimento do fitopatógeno (SENHOR, 2009). Em condições específicas, ocorre a ativação de genes previamente determinados no genoma da planta, conduzindo ao fenômeno da indução através do tratamento com indutores, eliciadores ou elicitores, que podem ser bióticos (micro-organismos viáveis ou inativados) ou abióticos (acibenzolar-S-metíl ou etileno), sem alteração do genoma (CAVALCANTI et al., 2005).

O tempo de duração do efeito protetor é de extrema importância. Dependendo do indutor de resistência e da planta, o efeito protetor pode durar desde poucos dias até algumas semanas ou mesmo por todo o período de vida da mesma. O chamado priming ou “estado de

alerta” é outro fator de suma importância na indução de resistência. Esta condição faz com que a planta ative mais rapidamente suas defesas na presença do patógeno resultando em uma preservação de energia (PASCHOLATI; LEITE, 1995).

Alterações metabólicas são detectadas em plantas que passam por um processo de indução. Entretanto, plantas que passam pelo mesmo processo, ou seja, com o mesmo elicitor e, posteriormente, expostas a presença do patógeno apresentam modificações metabólicas mais intensas do que a planta apenas induzida ou exposta ao patógeno (CAMPOS NETO, 2013).

A expressão dos eventos bioquímicos é alterada com a presença do patógeno após a indução, promovendo o acionamento e mecanismos subsequentes, diferentemente de plantas não induzidas e inoculadas com o patógeno, nas quais a magnitude desses eventos bioquímicos é menor. Todavia, plantas sistematicamente protegida reagem de forma mais rápida e eficientemente ao desafio com um patógeno virulento (STICHER; MANI; MÉTRAUX, 1997; HEIL; BOSTOCK, 2002).

Resistência Sistêmica Adquirida (RSA) e a Resistência Sistêmica Induzida (RSI) são as duas formas mais claras de se dividir a indução de resistência, nas quais o agente eliciador e o sítio de atuação deste na planta são pontos importantes na determinação do fenômeno de resistência assim como as respostas bioquímicas incitadas (PASCHOLATI et al., 2010).

O processo de indução efetiva contra amplo espectro de patógenos associada com a produção de proteínas relacionadas à patogênese (PRPs) é desencadeado pela RSA. Várias dessas PRPs possuem atividades antimicrobianas e são excelentes marcadores moleculares para a resposta de resistência (HAMMERSCHMIDT; DANN, 1997). No caso da RSI, o ácido jasmônico e o etileno são mediadores da sinalização das moléculas e não ocorre o acúmulo de PR proteínas (LOON, 1997).

Responder fenotipicamente à indução de resistência, não somente no local de exposição ao indutor, mas também em outros sítios da planta é o objetivo da indução, objetivo este que perpassa a distinção entre SAR e ISR (CAMPOS NETO, 2013)

A resistência induzida envolve uma grande variedade de enzimas, dentre elas  $\beta$ -1,3-glucanases, peroxidases, polifenoloxidasas, fenilalanina amônia-liases, lipoxigenases, e quitinases. Com a indução, a atividade dessas enzimas ou, pelo menos de algumas delas, tende a aumentar nos tecidos de plantas expostas a elicitores de resistência (LEON-KLOOSTERZIEL et al., 2005)

A resposta enzimática é altamente correlacionada com a indução da resistência em plantas. O acúmulo de  $\beta$ -1,3-glucanase e compostos fenólicos, a indução de lignificação e da síntese de fitoalexinas e a inibição de enzimas que maceram o tecido hospedeiro podem ser expressas pela ação de defesa proporcionada com o uso de elicitores exógenos (BAUTISTA-BAÑOS et al., 2006).

*Fusarium guttiforme* e *C. paradoxa*, acarretam enormes perdas pré e pós-colheita à cadeia produtiva da abacaxicultura. Estudos visando estratégias alternativas para o manejo integrado de controle da fusariose e podridão negra do abacaxi são imprescindíveis. O aumento da produção poderá contribuir por meio dos métodos alternativos de controle, com consequente diminuição de perdas para o produtor, promovendo a diminuição no uso de agrotóxicos, reduzindo assim a quantidade de resíduos tóxicos e diminuindo o custo de produção. Desta forma, com este trabalho objetivou-se realizar a confirmação molecular do agente causador da podridão negra do abacaxi; avaliar fosfitos sólidos e indutores na indução de resistência como alternativa de manejo das doenças do abacaxi acima citadas; avaliar alterações nos fatores físico-químicos e bioquímicos das frutas tratadas na pré e pós-colheita.

## 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.

ALVES, G. A. R. **Sobrevivência de *Fusarium subglutinans* f. sp. *ananas* em solos de diferentes procedências e incorporação de matéria orgânica**. 2006. 61 f. Dissertação (Mestrado em agronomia, área de concentração Biologia) – Universidade Rural da Amazônia, Belém, 2006.

ANDRADE, P. F. S. **Fruticultura** - Análise da Conjuntura Agropecuária. São Paulo: SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. 2012. 11 p. Disponível em: <[http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/fruticultura\\_2012\\_13.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/fruticultura_2012_13.pdf)>. Acesso em: 13 jan 2016.

BARBOSA, A. G.; SILVA, R. L. X. Doenças do abacaxi. In: OLIVEIRA, S. M. A.; TERAPO, D.; DANTAS, S. A. F.; TAVARES, S. C. C. H. (Eds.). **Patologia pós-colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 495-513. 2006.

- BAUTISTA-BAÑOS, S.; HERNÁNDEZ-LAUZARDO, A. N.; VELÁSQUEZDEL VALLE, M. G.; HERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; BARKA, E. A.; BOZQUEZMOLINA, E.; WILSON, C. L. Chitosan as a potential natural compound to control and postharvest diseases of horticultural commodities. **Crop Protection**, Oxon, v. 25, p. 108-118, 2006.
- 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.
- BENATO, E. A.; CIA, P. Doenças de frutos em pós-colheita e controle. In: NEVES, L. C. (Org.). **Manual pós-colheita da fruticultura brasileira**. Londrina: Eduel, 2009. p. 249-288.
- BLUM, L. E. B.; AMARANTE, C. V. T.; DEZANET, A.; LIMA, E. B.; HACK NETO, P.; ÁVILA, R. D.; SIEGA, V. Fosfitos aplicados em pós-colheita reduzem o mofo-azul em maçãs ‘Fuji’ e ‘Gala’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 265-268, 2007.
- 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 euvitis* em folhas de videira. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, suplemento 1, p. 3333-3340, 2013.
- BUSTAMANTE, P. M. A. C. A fruticultura no Brasil e no Vale do São Francisco: Vantagens e Desafios. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 40, n. 01, 2009.
- CAMPOS NETO, J. R. M. **Indução de resistência no manejo da fusariose do tomateiro em São Luís-MA**. 2013. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luis, 2013.
- CARVALHO, R. A.; LACERDA, J. T.; OLIVEIRA, E. F.; CHOAIR, A. S.; BARRETO NETO, M.; SANTOS, E. S. **Controle da fusariose do abacaxizeiro com plantas antibióticas/controling *Fusarium* fruit rot of pineapple with antibiotic plants**. João Pessoa, PB: EMEPA-PB, 2000. 37 p.
- CARVALHO, R. A; LACERDA, J. T. Controle da podridão negra do abacaxi com conservantes alimentares. In: Simpósio Brasileiro De Pós-Colheita De Frutos Tropicais, 1, 2005, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBPCFT, 2007. CD-ROM.
- CASTRO NETO, G. Diário do Nordeste, 2009. **Fruticultura lidera produção**. Negócios, Diário do nordeste: Fortaleza, 2009. Disponível em: <<http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/negocios/fruticultura-lidera-producao-1.282019>>. Acesso em: 14 dez. 2015.

- CAVALCANTI, L. S.; BRUNELLI, K. R.; STANGARLIN, J. R. Aspectos bioquímicos e moleculares da resistência induzida. In: CAVALCANTI, L. S.; DI PIERO, R. M.; CIA, P.; PASCHOLATI, S. F.; RESENDE, M. L. V.; ROMEIRO, R. S. (Eds.) **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 81-124.
- COSTA, J. C. B.; RESENDE, M. L. V.; RIBEIRO JÚNIOR, P. R.; CAMILO, F. R.; MONTEIRO, A. C. A.; PEREIRA, R. B. Indução de resistência em mudas de cacaueteiro contra *Moniliophthora perniciosa* por produto à base de mananoligossacarídeo fosforilado. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 35, n. 5, p. 285-294. 2010.
- COSTA, J. C. B. **Prospecção de indutores de resistência para o manejo da vassoura-de-bruxa do cacaueteiro**. 2008. 86p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- DANTAS, S. A. F.; COELHO, R. S. B. Controle alternativo com indução de resistência. In: OLIVEIRA, S. M. A.; TERAPO, 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. 290-350.
- DANTAS, S. A. F.; OLIVEIRA, S. M. A.; BEZERRA NETO, E.; COELHO, R. S. B.; SILVA, R. L. X. Indutores de resistência na proteção do mamão contra podridões póscolheita. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 30, n. 3, p. 314-319, 2004.
- DARVILL, A. G.; ALBERSHEIM, P. Phytoalexins and their elicitors – a defense against microbial infection in plant. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 35, p. 243-275, 1984.
- 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. 608 p.
- FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. **Fruticultura fundamentos e práticas**. Pelotas: Editora UFPEL, 2008. 176 p.

**FAOSTAT –Agricultural statistics data base.** 2015. Disponível em:<<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>> Acesso em: 02 dez. 2015.

FERNANDES, L. H.; 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.

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.

FURTADO, L. M.; RODRIGUES, A. A. C.; ARAÚJO, V. S.; SILVA, L. L. S.; CATARINO, A. M. Utilização de Ecolife® e Acibenzolar – s – metil (ASM) no Controle da Antracnose da banana em pós-colheita. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.36, n.3, p.237-239, 2010.

GOES, A. M. Doenças do abacaxi. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; RESENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Eds.) **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas.** 4ªed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2, p. 09-18.

GADELHA, J. C.; INNECCO, R.; ALCANFOR, D. C.; MATTOS, S. H.; MEDEIROS FILHO, S.; VIEIRA, A. V. Defensivos naturais no tratamento pós-colheita do pedúnculo de melão. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 34, n. 1, p. 1-10, 2003.

GIAGOMELLI, E. J.; PY, C. **O abacaxi no Brasil.** Campinas: Fundação Cargil, 1981. 101 p.

GLAZEBROOK, J. Contrasting mechanisms of defense against biotrophic and necrotrophic pathogens. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 43, p. 205-227, 2005.

GOMES, C. S.; LEITE, R. P.; SILVA, F. J. A.; CAVALCANTI, L. S.; NASCIMENTO, L. C.; SILVA, S. M. Manejo do míldio e ferrugem em videira com indutores de resistência: produtividade e qualidade pós-colheita. **Tropical Plant Pathology**, Brasília v. 36, p. 332-335, 2011.

GOMES, E. C. S.; PEREZ, J. O.; BARBOSA, J.; NASCIMENTO, E. F.; AGUIAR, I. F. Efeito de indutores de resistência na proteção de uva “Itália” e uva de vinho “Cabernet Sauvignon” contra o oídio e o míldio no Vale do São Francisco. II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, 2007. João Pessoa-PB.

HAMMERSCHMIDT, H.; DANN, E. K. Induced resistance to disease. In: RECHCIGL, N. A.; RECHCIGL, J. E. (Eds.). **Environmentally safe approaches to crop disease control**. Boca Raton: CRC, 1997. p. 177-199.

HEIL, M.; BOSTOCK, R. M. Induced systemic resistance (ISR) against pathogens in the context of induced plant defences. **Annals of Botany**, Londres, v. 89, n. 5, p. 503-512, 2002.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, v. 29 n. 1 p. 1-83, 2015. Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Agricola/Levantamento\\_Sistemtico\\_da\\_Producao\\_Agricola\\_%5Bmensal%5D/Fasciculo/lspa\\_201501.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistemtico_da_Producao_Agricola_%5Bmensal%5D/Fasciculo/lspa_201501.pdf). Acesso em: 10 out. 2015.

IRITI, M.; FAORO, F. Benzothiadiazole (BTH) Induces Cell-Death Independent Resistance in *Phaseolus vulgaris* against *Uromyces appendiculatus*. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 151, p. 171-180, 2003.

JAMES, J. R.; TWEEDY, B. G.; NEWBY, L. C. Efforts by industry to improve the environment safety of pesticides. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 31, p. 423-439, 1993.

KADER, A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 3 ed. Riverside: UC Regents, 2002. 535 p.

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.

KRAUSS, B. H. Anatomy of the vegetative organs of the pineapple *Ananas comosus* (L.) Merr. 1. Introduction, organography, the stem and the lateral branch or axillary buds. **Botanical Gazette**, Chicago, n. 110, p. 159-217, 1948.

KUCK, K. H.; GISI, U. FRAC mode of action classification and resistance risk of fungicides. In: KRÄMER, W.; SCHIRMER, U. (Eds.) **Modern crop protection compounds**. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2007. p. 415-432.

LEON-KLOOSTERZIEL, K. M.; VERHAGEN, B. W. M.; KEURENTJES, J. J. B.; VANPELT, J. A.; REP, M.; VAN LOON, L. C.; PIETERSE, C. M. J. Colonization of the *Arabidopsis rhizosphere* by fluorescent *Pseudomonas* spp. activates a root-specific, ethylene-



- responsive PR-5 gene in the vascular bundle. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v. 57, p. 731-748, 2005.
- LESLIE, J. F.; SUMMERELL B. A. **The fusarium laboratory manual**. Malden: Blackwell, 2006. 420 p.
- LOON, L. C. van. Induced resistance in plants and the role of pathogenesis related proteins. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 103, n. 9, p. 753-765, 1997.
- LOON, L. C. van; REP, M.; PIETERSE, C. M. J. Significance of inducible defense-related proteins in infected plants. *Annual Review of Phytopathology*, Palo alto, v. 44, p. 135-162, 2006.
- MANN, R. L.; KETTLEWELL, P. S.; JENKINSON, R. Effect of foliar-applied potassium chloride on septoria leaf blotch of winter wheat. **Plant Pathology**, Singapore, v. 53, n. 5, p. 653-659, 2004.
- 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, 2003. p.16-55.
- 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. 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. **Manejo integrado da podridão-negra do fruto do abacaxizeiro**. Abacaxi em foco, Cruz das Almas, n. 34, 2005. Disponível em: <<http://www.cnpmf.embrapa.br>>. Acesso em: 04 fev. 2013.
- MATOS, A. P.; JUNGHANS, D. T.; SPIRONELLO, A. **Variedades de abacaxi resistentes à fusariose**. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/42932/1/variedades-abacaxi-aristoteles.pdf>>. Acesso em: 14 dez. 2011.
- MATOS, A. P.; MOURICHON, X.; PINON, A. Occurrence of *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans* on pineapple in Bolivia. **Fruits**, Paris, v. 47, p. 33, 1992.

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).

MITCHELL, A. F.; WALTERS, D. R. Potassium phosphate induces systemic protection in barley to powdery mildew infection. **Pest Management Science**, Sussex, v. 60, n. 2, p. 126-134, 2004.

NASCENTE, A. S.; COSTA, R. S. C.; COSTA, J. N. M. 2005. Cultivo do Abacaxi em Rondônia. Roraima: Embrapa Rondônia, 2005. (Sistemas de produção, 3). Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FotesHTML/Abacaxi/CultivodoAbacaxiRO/autores.htm>>. Acesso em: 14 jan. 2016.

NICHOLSON, R. L.; HAMMERSCHMIDT, R. Phenolic compounds and their role in disease resistance. **Annual Review of Phytopathology**, St. Paul, v. 30, p. 369-389, 1992.

NIRENBERG, H. I.; O'DONNELL, K. New *Fusarium* species and combinations within the *Gibberella fujikuroi* species complex. **Mycologia**, Lawrence, v. 90, n. 3, p. 434-458, 1998.

OLIVEIRA, M. D. M.; NASCIMENTO, L. C. Avaliação da atividade de indutores de resistência abiótica, fungicida químico e extratos vegetais no controle da podridão-negra em abacaxi 'Pérola'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 84-89, 2009.

PAJOT, E.; CORRE, D. L.; SILUÉ, D. Phytogard® and DL-β-amino butyric (BABA) induce resistance to downy mildew (*Bremia lactucae*) in lettuce (*Lactuca sativa* L.) **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 107, n. 9, p. 861-869, 2001

PASCHOLATI, S. F.; BLUMER, S.; REZENDE, D. C.; BRAND, S. C. Resistência sistêmica adquirida (SAR) x resistência sistêmica induzida (ISR). In: NÚCLEO DE ESTUDOS EM FITOPATOLOGIA – NEFIT (Org.). **Simpósio de controle de doenças de plantas – indução de resistência: novos conceitos e aplicações**. Lavras: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, p. 29-40, 2010.

PASCHOLATI, S. F.; LEITE, B. Hospedeiro: mecanismos de resistência. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Eds.) **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v. 1, p. 417-453.

- PY, C.; LACOEUILHE, J. J.; TEISON; C. **The pineapple, cultivation and uses**. Paris: G.P. Maisonneuve et Larose, 1987.
- REINHARDT, D. H.; SOUZA, L. F. S.; CABRAL, J. L. S. **Abacaxi produção e aspectos técnicos**. Brasília: Ministério da Agricultura e Abastecimento, Frutas do Brasil/EMBRAPA, 2000, 77 p.
- RODRIGUES, R. Frutas para o mundo. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, n. 1. 2015.
- SANTOS, C. E. S.; KIST, B. B.; CARVALHO, C.; REETZ, E. R.; DRUM, M. **Anuário brasileiro da fruticultura 2014**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2013,, 136 p.
- SENHOR, R. F.; CARVALHO, J. N.; SOUZA, P. A.; ANDRADE NETO, R. C.; MARACAJÁ, P. B. Eficiência de diferentes fungicidas no controle de *Alternaria alternata*, agente causal da podridão pós-colheita em frutos de meloeiro. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 14-19, 2009.
- SILVA, E. K. C. Condições favoráveis para ocorrência da podridão por lasiodiplodia e métodos alternativos de controle na pós-colheita do maracujá-amarelo. 2012. 93 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012.
- STICHER, L.; MANI, B. M.; MÉTRAUX, J. P. Systemic acquired resistance. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 35, p. 235-270, 1997.
- TERRY, L. A.; JOYCE, D. C. Elicitors of induced disease resistance in postharvest horticultural crops: a brief review. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 32, p.1-13, 2004.
- 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: MONTEIRO, A., J. A.; VALE, F. X. R.; COSTA, H.; ZAMBOLIM, L. (Eds.) **Controle de doenças de plantas – Fruteiras**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. v. 1, p. 445-501.
- VENTURA, J. A.; ZAMBOLIM, L.; CHAVES, G. M. Integrated management system for pineapple *Fusarium* disease control. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 334, p. 437-453, 1993.

## CONTROLE ALTERNATIVO PARA A FUSARIOSE DO ABACAXI

Luiz Gustavo de Lima Melo<sup>(1)</sup>, Erlen Keila Candido e Silva<sup>(2)</sup>, José Ribamar Muniz Campos Neto<sup>(2)</sup>, Severina Rodrigues de Oliveira Lins<sup>(1)</sup>, Antônia Alice Costa Rodrigues<sup>(2)</sup>, Sônia Maria Alves de Oliveira<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Dom Manuel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900 Recife, PE.; <sup>(2)</sup> Laboratório de Fitopatologia – UEMA. Universidade Estadual do Maranhão, Cx. Postal 09, CEP: 65054-970, São Luís Maranhão, e-mail: luizgustavo\_88@hotmail.com, erlenkeila@yahoo.com.br, munizneto@msn.com, aacrodriques@outlook.com, oliveirasonia55@yahoo.com.br

**Resumo** – *Fusarium guttiforme* é responsável por grande perda pré e pós-colheita em abacaxi, sendo considerado o agente etiológico de maior preocupação tanto na fase vegetativa quanto na reprodutiva da cultura. Objetivou-se com esta pesquisa avaliar o efeito de produtos alternativos no manejo da fusariose do abacaxizeiro na fase pré-colheita, infestados por ação natural em campo, bem como verificar as possíveis alterações físico-químicas e bioquímicas que estes possam causar no fruto. Os produtos testados foram fosfito de potássio (FK), fosfito de cálcio (FCa), fosfito de cobre (FCu), Agro-Mós (AGM), silicato de cálcio (SCa), Biopiról<sup>®</sup>, Bion<sup>®</sup> e carbendazim ccab 500 sc, aplicados nas dosagens recomendadas pelos fabricantes. Os resultados mostraram que o fosfito de potássio, fosfito de cobre e biopiról foram eficientes no controle da incidência da fusariose do abacaxizeiro em campo. As análises físico-químicas mostraram que os tratamentos não promoveram alteração no pH dos frutos, enquanto que nas análises bioquímicas apenas a  $\beta$ -1,3 glucanase mostrou-se diferente da testemunha. Diante do estudo, conclui-se que a adubação foliar com fosfitos de potássio e fosfito de cobre pode ser recomendada como uma possível ferramenta para auxiliar no manejo da fusariose.

**Termos para indexação:** *Fusarium guttiforme*, fosfitos, manejo alternativo.

## Control alternative to fusarium pineapple

**Abstract** - *Fusarium guttiforme* is responsible for much pre- and post-harvest loss in pineapple, is considered the causative agent of most concern both in the vegetative phase and reproductive culture. The objective of the research was to evaluate the effect of alternative products in the management of fusarium wilt of pineapple in the pre-harvest phase, infested by natural action on the field, and check for any physical-chemical and biochemical changes they cause in the fruit. The products tested were potassium phosphite (FK), calcium phosphite (FCa), copper phosphite (FCu), Agro-Mos (AGM), calcium silicate (SCa), Biopirrol®, Bion® and Carbendazim ccab 500 sc applied at recommended dosages by manufacturers. The results showed that potassium phosphite, copper phosphite and Biopirrol were efficient in controlling the incidence of fusarium wilt of pineapple field. The physico-chemical analysis showed that the treatments did not promote change in the pH of the fruit, while in biochemistry only  $\beta$ -1,3 glucanase proved to be different from the witness. Before the study, it was concluded that the leaf application of potassium phosphite and copper phosphite can be recommended as a possible tool to assist in managing the disease.

Index terms: *Fusarium guttiforme*, phosphites, alternative management.

## Introdução

O abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill) tem grande importância econômica brasileira, constituindo uma atividade lucrativa em todo o território nacional (Santos, 2013). Atribuindo em 2012 ao Brasil a 3ª colocação entre os maiores produtores de abacaxi do mundo, sendo responsável por 10,62% da produção (FAOSTAT, 2015). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, em 2014, a área plantada foi de 96.800 ha, onde foram colhidos 64.673 ha, obtendo uma produção de 1.731.879 t e um rendimento médio de 26.779 Kg/ha (IBGE, 2015).

Assim como outras frutas importantes ao agronegócio brasileiro, o abacaxizeiro está sujeito a incidência de várias doenças que podem vir a diminuir a qualidade dos frutos e produção das lavouras (Nogueira et al., 2014).

Dentre as doenças que acometem o abacaxizeiro, a fusariose ou gomose é a mais destrutiva, podendo gerar perdas entre 50 a 100% dos frutos e 50%, em mudas (Matos, 2008).

Causada pelo fungo *Fusarium guttiforme* Nirenberg & O'Donnell (= *Fusarium subglutinans* f. sp. *ananas* Ventura; Zambolim; Gilb) (Matos et al., 2009), a fusariose é uma doença que pode ocorrer em qualquer estágio fenológico e órgão da planta. Contudo, o fruto é o local de maior incidência tendo como característica dos sinais da doença a exsudação de uma substância gomosa (Carvalho et al, 2006; Fisher et al., 2006).

O fitopatógeno é altamente agressivo e seu manejo é obtido mediante um conjunto de medidas de controle. A redução do inóculo inicial é obtida como a primeira medida a ser adotada, seguida pelo controle químico (Matos, 2003). No entanto, a utilização de químicos vem sendo cada dia mais contestado devido os danos que traz ao homem e ao ambiente além de promover a resistência de fungos a fungicidas (Cia et al., 2007). Desta forma tem-se buscado cada vez mais formas alternativa de manejo, investigando e desenvolvendo produtos mais eficazes e sustentáveis que proporcionem soluções no controle de doenças fúngicas (Deliopoulus et al., 2010).

Uma alternativa promissora ao controle de fitopatógeno é a indução de resistência, a qual ativa mecanismos de defesa latentes de resistência da planta (FERNANDES et al., 2013) através de elicitores contidos em agentes bióticos ou abióticos (UCHÔA et al., 2014). Entre os indutores, encontram-se o Biopiról e Acibenzolar-SMetil (ASM, Bion®) (CRUZ et al., 2011), fosfitos (CARVALHO, 2010) e Agro-Mos® (Costa, 2008).

Entre os mecanismos de defesa ativados, encontram-se genes de proteínas relacionadas à patogênese (PR proteínas) (LOON; REP; PIETERSE, 2006) as quais são tóxicas aos agentes patogênicos (FORMENTINI, 2012).

Levando-se em consideração as perdas pós-colheita causadas por *F. guttiforme* em abacaxi, assim com a necessidade de maximizar a produtividade e reduzir o uso indiscriminado de agrotóxicos, objetivou-se, com a pesquisa, testar indutores de resistência como métodos alternativos à fungicidas para o controle da fusariose do abacaxizeiro na fase pré-colheita, bem como analisar se esses produtos causam alterações físico-químicas e bioquímicas nos frutos.

## **Material e Métodos**

### **Incidência da fusariose do abacaxizeiro em São Domingos do Maranhão - MA**

Para verificar a ocorrência do patógeno foram realizados levantamento da doença no município de São Domingos do Maranhão (S: 5°29.726; W:44°20,135'), considerado o maior produtor de abacaxi do estado do Maranhão, e conseqüentemente com o maior índice da doença.

O monitoramento da incidência da fusariose foi realizado em áreas de plantio de abacaxi em estado reprodutivo, tomando como base a expressão da sintomatologia Matos et al. (2009), o número de amostras variou em função do tamanho da área, perfazendo um total de 7% da área com abacaxizeiros em estágio reprodutivo com 700.000 m<sup>2</sup>. Para plantios com até cinco hectares foram amostrados dez pontos, dispostos em zigue-zague, avaliando-se 50 plantas seguidas na linha em cada ponto, totalizando 500 plantas. Os plantios com mais de cinco hectares foram amostrados em 1.000 plantas, sendo amostrados vinte pontos, avaliando-se também 50 plantas.

### **Efeito da aplicação de indutores de resistência sobre a fusariose do abacaxizeiro**

O experimento foi montado em plantio comercial no município de São Domingos do Maranhão – MA. Os tratamentos utilizados foram: fosfito de potássio (FK) 1g/L, fosfito de cálcio (FCa) 1g/L, fosfito de cobre (FCu) 1g/L, Agro-Mós® (AGM) 1ml/L, Silicato de cálcio (SCa) 1g/L, Biopiról® 1ml/L, Bion® 0,01g/L e Testemunha (H<sub>2</sub>O) e o carbendazim ccab 500

SC como controle químico convencional utilizado pelos produtores de abacaxi. As doses foram ajustadas de acordo com as especificações do fabricante.

O delineamento foi em blocos ao acaso. As parcelas constituídas de treze plantas em fileiras duplas alternadas por fileiras de bordadura. As plantas das parcelas receberam os tratamentos por pulverização distribuídas em quatro aplicações (uma na fase vegetativa e três na fase reprodutiva) com intervalo de trinta dias. Foi utilizado um pulverizador costal com bico cone. O volume utilizado foi calculado sobre 500 L de calda por ha.

Após 20 dias da última pulverização foi realizada a colheita e pesagem dos frutos e o cálculo da incidência da fusariose. Após esta primeira triagem, os frutos foram levados ao Laboratório de Fitopatologia da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) para as análises bioquímicas e físico-químicas.

A ausência da inoculação artificial das plantas foi justificada pelo fato de que para ter uma produção constante, os produtores fazem plantio escalonado, que acaba favorecendo a permanência do patógeno no campo.

O experimento foi em blocos ao acaso, constituído de 4 blocos e 9 tratamentos. As médias serão comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

### **Análise das características físico-químicas dos frutos**

Após a colheita, os frutos submetidos aos tratamentos citados anteriormente foram avaliados em relação aos fatores físico-químicos. As variáveis analisadas foram o teor de sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e potencial hidrogeniônico (pH). Para análise de ATT, foi utilizada a técnica descrita na Association of Official Analytical Chemists - A.O.A.C. (1990). Foi extraída a polpa do Abacaxi, pesado 3 g e diluído em 50 mL de água. Para titulação foi utilizado 10 mL do suco (LIMA FILHO, 2008). Os resultados obtidos foram registrados em porcentagem de ácido cítrico. A aferição do pH foi realizado em potenciômetro marca Quimis Q400A devidamente calibrado e o teor de sólidos solúveis totais



realizado por meio da leitura em um refratômetro da marca ATAGO® master T graduado de zero a 32 °Brix.

### **Análise das características bioquímicas dos frutos**

O preparo do extrato enzimático bruto para avaliação das atividades enzimáticas foi realizado um dia após a colheita dos frutos. Para retirada da amostra, foi utilizado o terço médio de cada fruto (Sadios e doentes) que compunhas as parcelas tratadas. As amostras de 1,0 g de polpa do fruto, correspondente a cada fruto tratado, foram maceradas em almofariz com nitrogênio líquido com 1 % (v/v) de polivinilpirrolidona (PVP), 5 mL de tampão acetato de sódio (0,1 M, pH 5) e 1 mL de EDTA (1 mM). Os extratos foram centrifugados à 10.000 g por 10 minutos à 4 °C e o sobrenadante transferido para tubos de eppendorf de 2 mL e armazenados em ultrafreezer a – 80 °C. O extrato enzimático produzido, foi utilizado como base para as determinações de proteínas solúveis totais e para atividade de Peroxidases e Polifenoloxidasas e  $\beta$ -1,3-glucanase.

O teor de proteínas solúveis foi determinado através do método colorimétrico de Bradford (1976). Para esta determinação foram pipetados para tubos de ensaio 200  $\mu$ L do extrato enzimático e 2 mL da solução de “*Coomassie Brillhante Blue*” (CBB), agitados suavemente e realizada a leitura espectrofotométrica no comprimento de onda de 595 nm. Os resultados das leituras das amostras correspondentes aos extratos enzimáticos foram convertidos em concentração de proteína solúvel na curva de eficiência, por comparação com as leituras de soluções padrões de Albumina Soro Bovina (BSA) nas concentrações de 0; 50; 100; 200, 400 e 600 mg/L.

A solução CBB foi preparada com 0,10 g reagente CBB (G-250) dissolvido em 50 mL de álcool etílico absoluto. Em seguida, foram adicionados 100 mL de ácido ortofosfórico ( $d=1,71\text{g/mL}$ ) e 850 mL de água destilada.

A atividade de polifenoloxidase (E. C. 1.10.3.1) foi realizada através da adição de 100  $\mu$ l de extrato enzimático a 2,9 mL de solução contendo catecol (25 nM) solubilizado em

tampão fosfato de potássio (100 mM; pH = 6,5). A atividade enzimática específica foi definida como a variação de absorbância em 410 nm produzida em meio reacional, por tempo em minutos e por miligrama de proteína ( $\Delta \text{ Abs. min.}^{-1} \cdot \text{mg}^{-1}$ ) (HYODO; YANG, 1971).

Através da absorbância proporcionada pela ação do guaiacol em presença de peróxido de hidrogênio, foi possível estimar a atividade da peroxidase (E.C. 1.11.1.7), definida como a variação de absorbância em 470 nm produzida em meio reacional, por tempo em minutos e por miligrama de proteína ( $\Delta \text{ Abs. min.}^{-1} \cdot \text{mg}^{-1}$ ). Em cubeta espectrofotométrica foram colocados, 200  $\mu\text{L}$  de guaiacol (0,02 M), 0,5 mL de peróxido de hidrogênio (0,38 M) e 2,0 mL de tampão fosfato (0,2 M/pH 5,8) para o desenvolvimento da reação. A mistura foi levemente agitada e utilizada para calibrar o espectrofotômetro. Em seguida, foi adicionado 150  $\mu\text{L}$  do extrato enzimático, agitado suavemente e realizada a leitura no comprimento de onda de 470 nm, por um período de 1 minuto, com intervalos de 10 segundos (DANN; DEVERALL, 2000).

A determinação de  $\beta$ -1,3-glicanase (E.C. 3.2.1.29) foi realizada pela dosagem da glicose liberada com a hidrólise da laminarina (Tuzun et al., 1989). Para isto, pipetou-se, para tubos de ensaio, 25  $\mu\text{L}$  do extrato enzimático, 200  $\mu\text{L}$  de tampão acetato de potássio (0,1 M e pH 4,8) e 200  $\mu\text{L}$  de laminarina (15mg.mL<sup>-1</sup>). Este material permaneceu incubado a 37 °C por 30 minutos e, em seguida, acrescentou-se 1 mL de reagente de Somogyi (Somogyi, 1952), 20 mL de água destilada e deionizada, permanecendo a mistura sob agitação por 10 minutos. Após agitação, o material foi levado ao banho maria a 100 °C por 15 minutos e resfriado imediatamente em banho de gelo. Adicionou-se 1,0 mL de reagente de Nelson (Somogyi, 1952), 25 mL de água destilada e deionizada, mantendo-se sob agitação por 15 minutos. Leituras espectrofotométricas a 760 compararam o material com padrões de glicose. A curva padrão de glicose foi preparada como adição de padrão, da mesma forma das amostras, substituindo-se a laminarina por soluções de glicose (0 – 300 mg.L<sup>-1</sup>).

## **Resultados e discussão**

### **Incidência da fusariose do abacaxizeiro em São Domingos do Maranhão**

Nas áreas de abacaxizeiros em estágio reprodutivo, o grau de infecção alcançou o nível de 82,6%, incluindo sintomas tanto nos frutos quanto nos filhotes, com gomose aparente. O alto índice de infecção da fusariose no município de São Domingos do Maranhão reforça a necessidade de introdução das cultivares resistente a fusariose, ou produto alternativo que induza a resistência da planta e/ou controle a ação do fitopatógeno.

Segundo Matos et al. (2009), o conhecimento da intensidade de ataque da fusariose por meio do monitoramento da doença, refletindo pelo percentual das plantas sintomáticas durante o ciclo vegetativo, permite a tomada de decisão quanto à melhor maneira de controlar essa doença, seja pela prática de evasão ou pelo controle químico.

### **Efeito da aplicação de adubos foliares e indutores de resistência sobre a fusariose do abacaxizeiro**

Na incidência da fusariose nos frutos do abacaxizeiro, houve diferença significativa entre os produtos avaliados. Dentre os indutores de resistência testados, somente FCa, não diferiu estatisticamente da testemunha. FK apresentou os menores índices de incidência com apenas 8,33% dos frutos com fusariose, destacando-se assim dos demais indutores (Figura 1). Fosfito de potássio foi eficaz no tratamento da ferrugem da videira reduzindo significativamente a quantidade de pústulas formada nas folhas (Buffara et al., 2013). Apesar de ainda não haver artigos que demonstrem resultados com estes produtos para este patossistema, estudos publicados mostram o potencial de alguns desses produtos no controle de outros fitopatógenos. Reollar-Alvatier et al. (2005) constataram que formulações de fosfito de potássio foram extremamente eficientes no controle de “leather rot” do morangueiro, não diferindo dos controles químicos indicados. Nojosa et al. (2009) estudando o crescimento micelial de *Phoma costarricensis* verificaram inibição de 62,26% no crescimento pela aplicação de 10 mL L<sup>-1</sup> fosfito de potássio.

Diferente do FK, o FCa aplicado não apresentou bom nível de controle, não diferindo da testemunha. Resultado similar foi obtido por Moreira e May-de-Mio (2006), ao estudar a podridão parda do pessegueiro, onde verificaram que o FK se mostrou mais efetivo que o de FCa no controle dessa doença.

Em relação ao peso dos frutos foi constatada diferença significativa entre os produtos avaliados. Apesar de FK, Biopiról, FCu, Sca e Agromos não causaram diferenças estatísticas quando comparados com os frutos testemunha. FK potencializou melhor resultado. Isso pode ser verificado com as melhores médias em relação ao peso dos frutos testados com este produto, chegando a 1,592 Kg fruto, seguindo os padrões estipulados a variedade perola onde o peso médio varia entre 1 e 1,5 kg (NASCENTE et al, 2005) (Figura 2).

Pode-se verificar através dos resultados que o aumento da incidência é proporcional a diminuição do peso nos frutos, como por exemplo, o tratamento com FCa apresentou a maior incidência da fusariose com 91,66 % de frutos afetados menor ganho de peso com frutos pesando em média 0,549 kg.

Nogueira et al. (2014) estudando o efeito de fungicidas no controle de fusariose do abacaxi mostraram que houve efeito negativo na utilização de alguns fungicidas sobre o peso dos frutos, interferindo na qualidade e na produtividade total.

### **Análise das características físico-químicas dos frutos**

As análises físico-químicas dos frutos expostos a aplicação dos produtos ao manejo de *F. guttiforme*, mostraram que não houve diferença significativa nos frutos submetidos aos tratamentos nas análises de SST e pH, com exceção do Bion que apresentou valores de °Brix menores dos que os demais tratamentos, apresentando assim diferença estatística (Tabela 1).

Os valores de ATT apresentam percentagem de ácido cítrico, variando de 0,46% a 1,3%, onde o tratamento com FCa apresentou aumento significativo diferindo da testemunha (Tabela 1). Segundo Carvalho e Botrel (1996), o abacaxi pode sofrer de acordo com o manejo recebido. A acidez total titulável representa umas das melhores formas de avaliação do grau

de doçura da fruta, sendo, portanto, a variável importante na caracterização do sabor (Chitarra & Chitarra, 2005).

Em relação aos SST não se observou diferença significativa entre os tratamentos com os produtos FCa, FK, FCu, Carbendazim, Agro-Mos, Biopiról com relação à testemunha, tendo estes apresentado valores de ° Brix superiores ao exigido para o mercado externo que aceita valores superiores a 12 °Brix para o tipo ‘fruto Fancy’ (Gonçalves & Carvalho, 2007). Contudo, SCa e Bion apresentaram valores entre 11,68 e 11,34 diferindo significativamente das demais produtos testados.

Estes resultados estão dentro do normal visto que as mudanças metabólicas mais importantes que irão refletir na qualidade final dos frutos relacionam-se com última etapa do amadurecimento (Carvalho & Botrel, 1996). Nesta etapa aumentam os teores e açúcares redutores e sacarose, refletindo diretamente no aumento relevante dos sólidos solúveis (°Brix), sabor mais adocicado dos frutos e aumento dos compostos voláteis intensificando o aroma.

### **Análise das características bioquímicas dos frutos**

Não foram verificadas diferenças estatísticas significativas para a atividade enzimática de peroxidase e polifenoloxidase, nos frutos submetidos ao tratamento com os indutores de resistência. Contudo, observou-se atividade de  $\beta$ -1,3-glucanase quanto os frutos foram expostos ao tratamento com FK, indicando a indução de resistência pelo indutor e a permanência dessa durante o período estabelecido à análise.

A não percepção da atividade de peroxidase e polifenoloxidase pode estar relacionada ao tempo decorrido entre a aplicação dos indutores e a colheita dos frutos. Peroxidase estão relacionadas as primeiras respostas de defesa da planta ao ataque de patógenos (Tuzun, 2001) e sua atividade na planta diminui em relação ao tempo decorrido entre a exposição inicial a um agente indutor (Macagnan et al., 2008). O mesmo pode ter ocorrido às polifenoloxidases, por apresentarem comportamentos semelhantes as peroxidases.

FK incitou a produção de  $\beta$ -1,3-glucanase, apesar de não diferir estatisticamente da testemunha (Figura 3). A expressão constitutiva de  $\beta$ -1,3 glucanases é mínima em plantas porem, facilmente induzidas sob estresse (Wu & Bradford, 2003) gerado em momentos distintos pelo indutor e pelo patógeno. FK, provavelmente, incitou a síntese da enzima antes da chegada do patógeno protegendo a planta enquanto que a testemunha ativou a produção da  $\beta$ -1,3 em função da presença de *F. guttiforme*.

Isso pode ser explicado relacionando os resultados de incidência obtidos com a pesquisa, onde a testemunha obteve 100% dos frutos afetados pelo fungo e o tratamento com FK obteve apenas 8,33% de incidência.

Kuhn (2007) explica que na indução de resistência, o aumento em atividade da  $\beta$ -1,3-glucanase está relacionado com a defesa da planta. Zhang et al. (2011) analisando o uso de ácido  $\beta$ -aminobutírico (BABA) como indutor de resistência no controle do bolor azul, constataram que houve um aumento significativo nas atividades de quitinase,  $\beta$ -1,3-glucanase e peroxidase em maçãs.

### **Conclusões**

A aplicação pré-colheita dos fosfitos de FK, FCu e Biopiról apresentaram resultados satisfatórios no manejo da fusariose do abacaxizeiro, tendo os frutos das plantas pulverizadas com FK um incremento no peso do fruto.

FK promove aumento na expressão da enzima  $\beta$ -1,3- glucanases em frutos de abacaxi 'cv' perola.

### **Referências**

A.O.A.C. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** 15ªed. Arlington. 1990. pp. 685-1213.

BRADFORD, M. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**. v. 72, p. 248-254, 1976.

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 euvitis* em folhas de videira. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, suplemento 1, p. 3333-3340, 2013.

CARVALHO, E. A. Indutores de resistência no manejo da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow). 2010. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CARVALHO, R.A.; LACERDA, J.T.D.; OLIVEIRA, E.F. de; CHOAIRY, S.A.; BARREIRO NETO, M.; SANTOS, E.S. dos. Controle agroecológico da fusariose do abacaxi com plantas antibióticas. 2006. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2006\\_2/abacaxi/Index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/abacaxi/Index.htm)>. Acesso em: 12/1/2016.

CARVALHO, V. D.; BOTREL, N. Características da fruta para exportação. In: GORGATTI NETTO, A. et al.(Ed.) **Abacaxi para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1996. 41p. (Publicações Técnicas Frupep, 23).

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

COSTA, J.C.B. **Prospecção de indutores de resistência para o manejo da vassoura-de-bruxa do cacaueiro**. 2008. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CRUZ, S. M. C.; RODRIGUES, A. A. C.; COELHO, R. S. B.; SARDINHA, D. H. S. Ação indutora de produtos abióticos na resistência de tomateiro e efeito sobre o crescimento micelial de *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*. **IDESIA**, v. 29, nº 2, p. 111-118, 2011.

DELIOPOULUS, T.; KETTLEWELL, P. S.; HARE, M. C. Fungal disease suppression by inorganic salts: a review. **Crop Protection**, v. 29, n. 10, p. 1059-1075, 2010.

**FAOSTAT – Agricultural statistics database**. 2015. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>> Acesso em: 02 dez. 2015.

FERNANDES, L. H.; 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**, v. 8, n. 1, p. 24-32, 2013.

FISCHER, I. H.; ALMEIDA, A. M.; GARCIA, M. J. M. Efeito de fungicidas no crescimento micelial de *Fusarium subglutinans* in vitro. In: Reunião Anual do Instituto Biológico, 19, 2006, São Paulo. **Resumos...**São Paulo, SP. p. 1-4.

FORMENTINI, H. M. Avaliação de indutores de resistência biótico, abiótico e extratos vegetais no controle de *Meloidogyne incognita* em tomateiro. 2012. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Candido Rodon.

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).

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, v.29 n.1 p.1-83, 2015. Disponível em:<[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Agricola/Levantamento\\_Sistematico\\_da\\_Producao\\_Agricola\\_%5Bmensal%5D/Fasciculo/lspa\\_201501.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_%5Bmensal%5D/Fasciculo/lspa_201501.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2015.

KUHN O. J. **Indução de resistência em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) por acibenzolar-Smetil e *Bacillus cereus*: aspectos fisiológicos, bioquímicos e parâmetros de crescimento**



e **40 produção**. 2007. Tese (Doutorado em Agronomia). Piracicaba SP. ESALQ – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

LIMA FILHO, R. M. **Controle alternativo da antracnose no maracujá amarelo na pós-colheita**. 2008. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

LOON, L. C. van; REP, M.; PIETERSE, C. M. J. Significance of inducible defense-related proteins in infected plants. *Annual Review of Phytopathology*, Palo alto, v. 44, p. 135-162, 2006.

MACAGNAN, D.; ROMEIRO, R. S.; BARACAT-PEREIRA, M. C.; LANNA-FILHO, R.; BATISTA, G. S.; POMELLA, A. W. V. Atividade de enzimas associadas ao estado de indução em mudas de cacaueteiro expostas a dois actinomicetos residentes de filoplano. *Summa Phytopathologica*, v. 34, n. 1, p. 34-37, 2008.

MATOS, A.P.; SANCHES, N. F.; TEXEIRA, F. A.; SIMÃO, A. H.; GOMES, D. C.; ELIAS JUNIOR, J. Monitoramento da fusariose em plantios de abacaxi ‘Pérola’ conduzidas em sistema de produção integrada no Estado do Tocantins. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. **Documentos 184**, 36p.

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, 2003. p.16-55.

MOREIRA L. M.; MAY-DE MIO, L. L. Efeito de fungos antagonistas e produtos químicos no controle da podridão parda em pomares de pessegueiro. **Floresta**, v. 36, n. 2, p. 287-293, 2006.

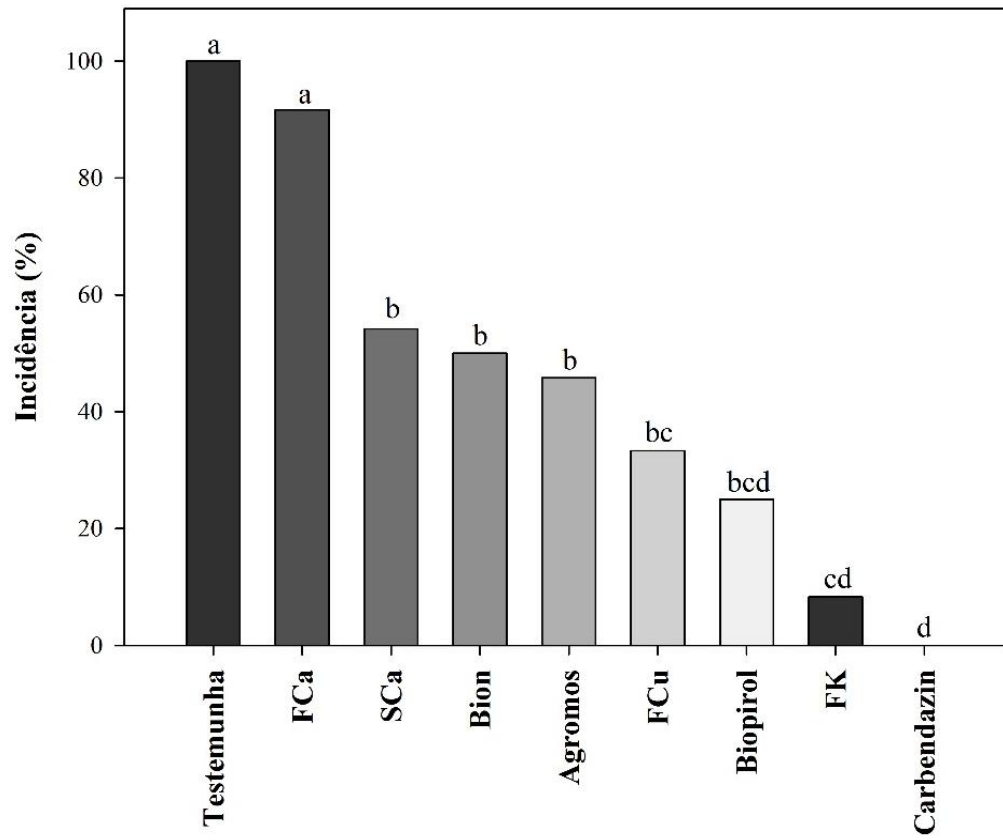
NASCENTE, A.S.; COSTA, R. S. C.; COSTA, J.N.M. Cultivo do abacaxi em Rondônia. **EMBRAPA Rondônia**, Sistemas de Produção, 3. ISSN 1807-1805, 2005. Disponível em:

- <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Abacaxi/CultivodoAbacaxiRO/index.htm>>. Acesso em: 10 jan. 2016.
- NOGUEIRA, S. R.; LIMA, F. S. O.; ROCHA, E. M.; ARAÚJO, D. H. M. Fungicidas no controle de fusariose do abacaxi no estado de Tocantins, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, n. 37, v. 4, p.447-455, 2014.
- NOJOSA, G. B. A.; RESENDE, M. L. V.; BARGUIL, B. M.; MORAES, S. R. G.; VILAS BOAS, C. H. Efeito de indutores de resistência em cafeeiro contra a mancha de Phoma. **Summa Phytopathologica**, v. 35, n. 1, p. 60-62, 2009.
- REOLLAR-ALVITER, A.; MADDEN, L.V.; ELLIS, M.A. Efficacy of azoxystrobin, pyraclostrobin, potassium phosphite and mefenoxam for control of strawberry leather rot caused by *Phytophthora cactorum*. **Plant Health Progress**, doi: 10.1094/PP-2005-0107-01-RS, 2005.
- SANTOS, C. E. S.; KIST, B. B.; CARVALHO, C.; REETZ, E. R.; DRUM, M. **Anuário brasileiro da fruticultura 2014**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2013, 136p.
- SOMOGYI, M. Notes on sugar determination. **Journal of Biology and Biochemistry**, n. 195, p. 19-23, 1952.
- TUZUN, S.; RAO, N. M.; VOGELI, U.; SCHARDL, C.L.; KUC, J. Induced systemic resistance to blue 622 mold: early induction and accumulation of  $\beta$ -1,3-glucanase, chitinase, and other 623 pathogenesis-related proteins (b-proteins) in immunized tobacco. **Physiology and Biochemistry**, n. 79, p. 979-983, 1989.
- TUZUN, S. The relationship between pathogen-induced systemic resistance (ISR) and multigenic (horizontal) resistance in plants. **European Journal of Plant Pathology**, Amsterdam, v.107, n.1, p.85-93, 2001.

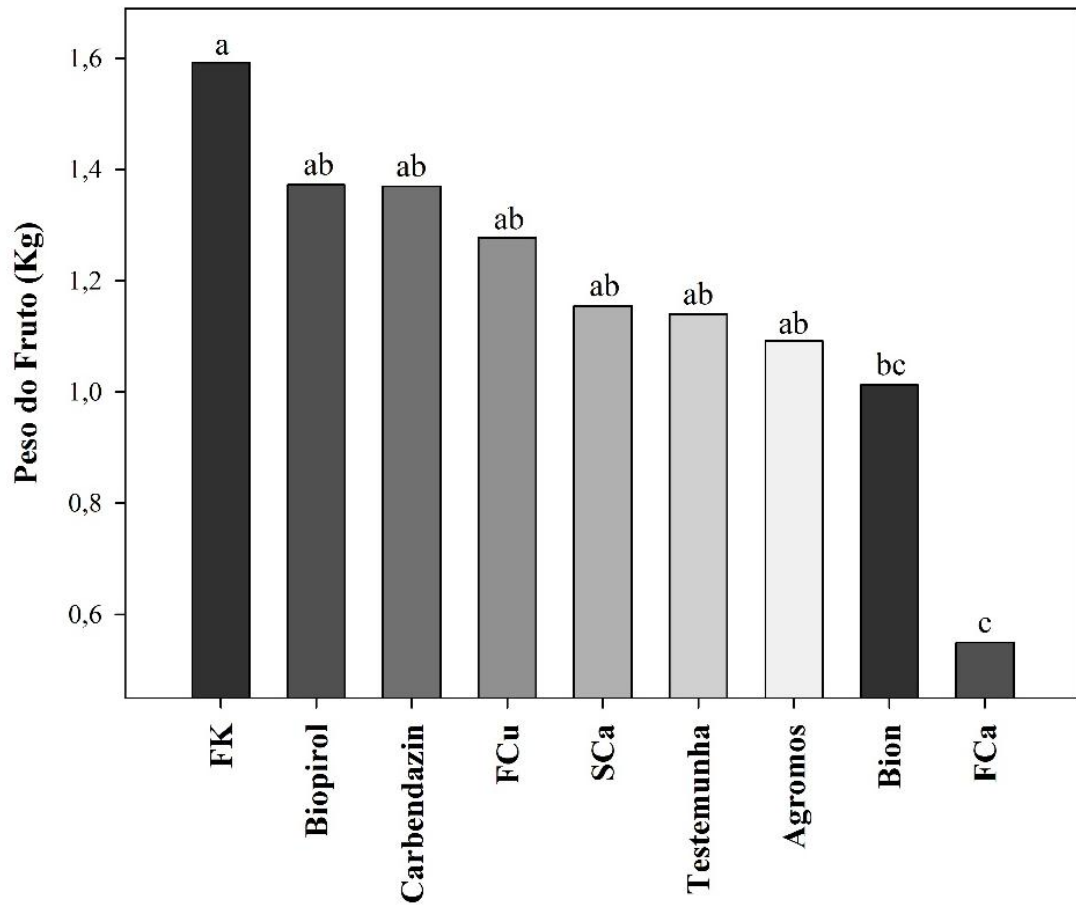
WU, C.T.; BRADFORD, K.J. Class I chitinase and beta-1,3-glucanase are differentially regulated by wounding, methyl jasmonate, ethylene, and gibberellin in tomato seeds and leaves. **Plant Physiology**, v.133, p.263-273, 2003

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.

ZHANG, C.; WANG, J.; ZHANG, J.; HOU, C.; WANG, G. Effects of  $\beta$ -aminobutyric acid on control of postharvest blue mould of apple fruit and its possible mechanisms of action. **Postharvest Biology and Technology**, v. 61, p. 145-151, 2011.



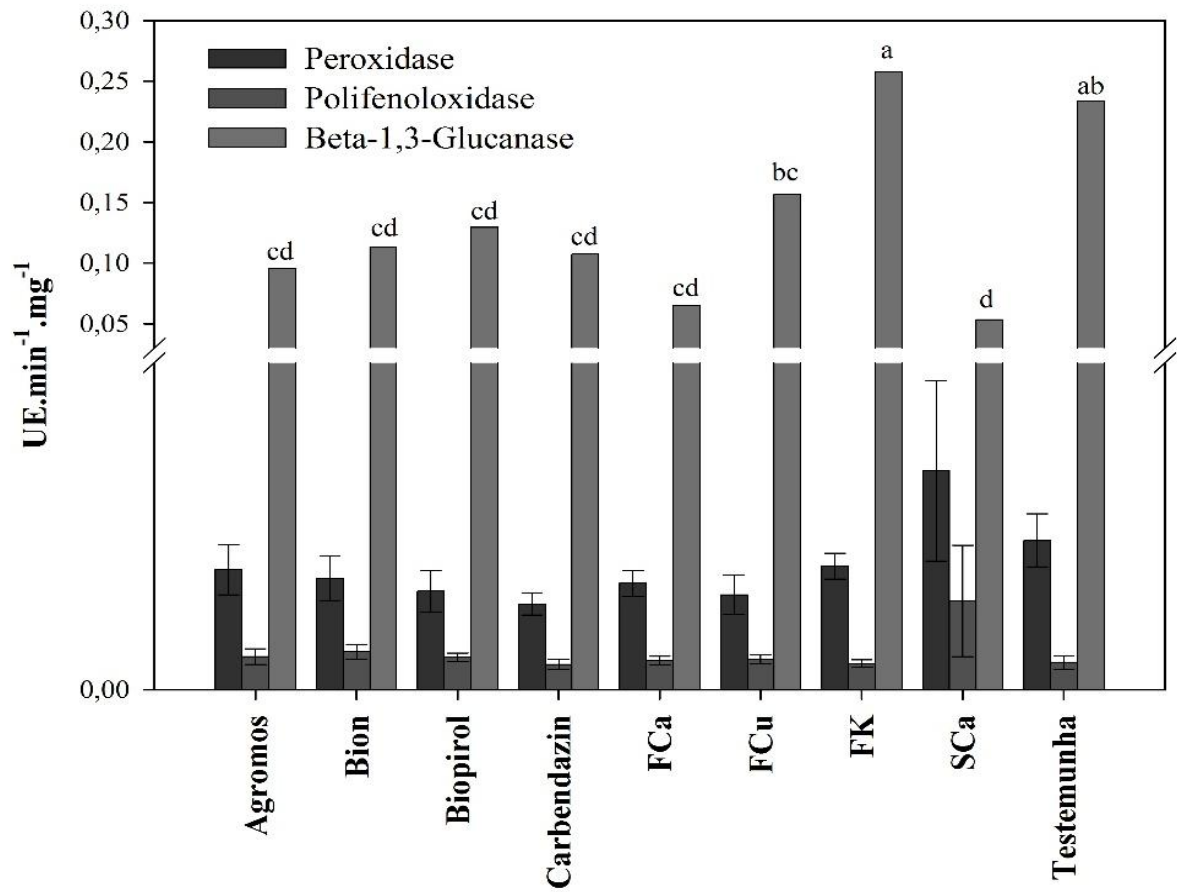
**Figura 1.** Efeito de adubos foliares e indutores de resistência sobre a incidência da fusariose do abacaxizeiro.



**Figura 2.** Peso (kg) de frutos de abacaxi em função da aplicação de adubos foliares e indutores de resistência.

**Tabela 1.** Influência da pulverização pré-colheita de adubos foliares e indutores de resistência sobre os fatores físico-químicos em frutos de abacaxi. SST – sólido solúvel total; ATT – acidez total titulável; pH – potencial hidrogeniônico

<b>Tratamento</b>	<b>pH</b>	<b>SST (°Brix)</b>	<b>ATT</b>
Testemunha	3,99 ab	13,21 ab	0,77 b
Fosfito de potássio	3,99 ab	13,95 a	0,81 ab
Fosfito de cálcio	4,09 a	14,12 a	0,92 a
Fosfito de cobre	4,00 ab	13,87 a	0,83 ab
Silicato de cálcio	3,96 ab	11,67 bc	0,83 ab
Agro-Mós	4,10 a	13,35 a	0,85 ab
Bion	3,87 b	11,33 c	0,82 ab
Biopirol	3,96 ab	13,33 ab	0,92 ab
Carbendazim	4,08 a	13,67 a	0,94 a
<b>CV (%)</b>	<b>4,15</b>	<b>12,70</b>	<b>17,51</b>



**Figura 03:** Atividade da enzima peroxidase, polifenoloxidase e  $\beta$ -1,3-glucanase em frutos de abacaxizeiro induzidos por adubos foliares e indutores de resistênci. FCa = fosfito de cálcio; FCu = fosfito de cobre; FK = fosfito de potássio; SCa = silicato de cálcio.

## INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA COMO ALTERNATIVA DE CONTROLE À PODRIDÃO NEGRA DO ABACAXI

Luiz Gustavo de Lima Melo<sup>(1)</sup>, Erlen Keila Candido e Silva<sup>(2)</sup>, Severina Rodrigues de Oliveira Lins<sup>(1)</sup>, Antônia Alice Costa Rodrigues<sup>(2)</sup> e Sônia Maria Alves de Oliveira<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Dom Manuel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900 Recife, PE.; <sup>(2)</sup> Laboratório de Fitopatologia – UEMA. Universidade Estadual do Maranhão, Cx. Postal 09, CEP: 65054-970, São Luís, Maranhão, e-mail: luizgustavo\_88@hotmail.com, erlenkeila@yahoo.com.br, ninarlins@yahoo.com.br, aacrodrigues@outlook.com, oliveirasonia55@yahoo.com.br

**Resumo** – *Thielaviopsis ethacethica* é o principal problema fúngico na pós-colheita da cultura do abacaxi, causador da podridão negra, principalmente em frutos destinados a indústria e consumo in natura, considerado a doença mais importante na Região Norte e Nordeste do Brasil. De modo a reduzir o emprego de fungicidas sintéticos na cultura do abacaxizeiro o objetivo da pesquisa foi avaliar o efeito de produtos alternativos no manejo da podridão negra do abacaxi. Observou-se a ação dos produtos fosfito de potássio (FK), fosfito de cálcio (FCa), fosfito de cobre (FCu), Agro-Mós (AGM), silicato de cálcio (SCa), Biopiról<sup>®</sup>, Bion<sup>®</sup> e carbendazim ccab 500 sc, aplicados nas dosagens recomendadas pelos fabricantes sob o abacaxizeiro, in vivo e in vitro. Os resultados mostraram que o carbendazim, Bion, Agro-Mos e FK foram capazes de controlar a podridão negra no fruto. O carbendazim e o FK inibiram o crescimento micelial e a esporulação do patógeno. Os produtos aplicados proporcionaram alterações nos teores de pH, SST e ATT. Alterações bioquímicas não foram observadas pela aplicação dos produtos. O FK proporcionou controle da podridão negra do abacaxi, podendo ser usado como alternativa ao uso de fungicida.

**Termos para indexação:** *Thielaviopsis ethacethica*, indução de resistência, controle alternativo.



## **Induction of resistance as a control alternative to black rot of pineapple**

**Abstract** - *Thielaviopsis ethacethica* is the main problem in fungal pineapple crop post-harvest, mainly fruit for industry and fresh consumption, that causes black rot, considered the most important disease in the North and Northeast of Brazil. In order to reduce the use of synthetic fungicides in pineapple crop the objective of the research was to evaluate the effect of alternative products in the management of the black pineapple rot. There was the action of phosphite products potassium (FK), calcium phosphite (FCA), copper phosphide (FCU), Agro-Mos (AGM), calcium silicate (SCa), Biopirol®, Bion® and carbendazim CCAB 500 sc, applied in dosages recommended by manufacturers under pineapple in vivo and in vitro. The results showed that carbendazim, bion, and agri-FK we were able to control black rot in the fruit. The carbendazim and FK inhibited mycelial growth and sporulation of the pathogen. The applied products provided changes in pH levels, SST and ATT. biochemical changes were not observed by the application of the products. FK provide control of black rot pineapple, can be used as an alternative to the use of fungicide.

*Index terms:* *Thielaviopsis ethacethica*, resistance induction, alternative control

### **Introdução**

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de abacaxi com uma produtividade de 26.779 Kg/ha (IBGE, 2015), tornando o cultivo dessa cultura parcela importante à economia brasileira (Santos, 2013). Contudo, a ampliação da produção, assim como maior inserção no mercado estrangeiro está sendo limitada por questões fitossanitárias, principalmente a presença de fitopatógenos.

Como principal problema fitossanitário da cultura do abacaxi, em pós-colheita, a podridão negra, causada pelo fungo *Thielaviopsis ethacethica* (telomorfo *Ceratocystis ethacethica*), causa perdas significativas nos frutos, afetando a qualidade e produtividade (Ventura & Zambolim, 2003; Matos, 2005). No Brasil, é a doença economicamente mais importante na Região Norte e Região Nordeste (Matos et al., 2000), responsável, principalmente, por perdas em frutos destinados à indústria, devido ao tempo decorrido entre a colheita e o processamento do abacaxi, sendo a redução desse tempo fator determinante à redução da infecção.

A podridão negra para o controle requer um sinergismo de medidas e, apesar do controle químico ser uma das mais eficientes práticas no manejo de *T. ethacethica*, os riscos inerentes do uso de agrotóxicos em doenças de plantas, vem impulsionando uma crescente adoção de práticas à substituição desses produtos por métodos alternativos de controle. Uma alternativa a substituição de agrotóxicos é a indução de resistência que impede a entrada ou colonização da planta por patógenos através da ativação das defesas inerentes a cada vegetal, vinculada pela ação de elicitores presentes nos indutores bióticos ou abióticos (Zanardo, 2009). Essa indução promove uma proteção que pode ser dependente do tempo decorrido entre ação do indutor ou exposição ao patógeno (Bonaldo et al., 2005) assim como estabelece vantagens a planta, tais como a efetividade contra diversos patógenos, estabilidade devido a ação de diferentes mecanismos de resistência, e caráter sistêmico (Witter et al., 2013).

Levando-se em consideração as perdas pós-colheita causadas por *T. ethacethica* em abacaxi, assim como a necessidade de maximizar a produtividade e reduzir o uso indiscriminado de agrotóxicos, objetivou-se, com a pesquisa, otimizar o controle da podridão negra do abacaxi na pós-colheita através da utilização de produtos alternativos (indutores de resistência) ao fungicida convencional, bem como verificar as possíveis alterações físico-químicas e bioquímicas que estes possam causar no fruto.

## **Material e métodos**

Foram realizadas coletas de isolados de *T. ethacethica* nos municípios maranhenses de São Luís (feiras e supermercados), e em áreas de cultivo de Turiaçu e São Domingos do Maranhão. Os isolados obtidos foram mantidos em tubos de ensaio contendo meio batata-dextrose-ágar (BDA), para realização de ensaios posteriores. Foram obtidos 27 isolados de *Thielaviopsis ethacethica*.

Para os testes “in vivo” foram utilizados abacaxis ‘Pérola’ sadios em estágio de maturação comercial 1. Os procedimentos de desinfestação e inoculação das frutas foram os mesmos em todos os experimentos. Antes da inoculação, os abacaxis, foram lavados com água e sabão, seguidos de lavagem com água destilada e secagem em temperatura ambiente.

### **Teste de agressividade**

Para o teste de agressividade foram utilizados os 27 isolados obtido durante as coletas. O inóculo do fitopatógeno foi cultivado em placas de Petri com meio de cultura BDA, mantidas durante cinco dias a  $25 \pm 2$  °C, sob o regime de alternância luminosa (12 h claro/12 h escuro). As suspensões de esporos foram preparadas pela adição de 20 mL de água destilada esterilizada (ADE) à superfície das culturas, raspagem e filtragem em camada dupla de gaze. Após filtragem foi realizada a contagem de esporos em câmara de Neubauer, sendo ajustada a concentração para  $10^6$  conídios mL<sup>-1</sup>.

A inoculação dos frutos foi realizada por meio da deposição 15µl da suspensão de conídios sobre ferimento com três mm de profundidade, obtidos através de um furador com cinco pontas. Após as inoculações, as frutas foram submetidas à câmara úmida, constituída de bandejas plásticas forradas com folhas de papel toalha embebidas em água destilada e esterilizada (ADE) e envolvidas com saco plástico pelo período de 24 horas. A incubação foi realizada em condições de laboratório ( $25 \pm 2$ °C). Após a expressão dos sintomas, foi realizado a medição da lesão e o reisolamento do patógeno, sendo o isolado mais agressivo submetido à identificação molecular da espécie, o qual foi utilizado nos ensaios posteriores.

### **Aplicação de indutores de resistência**

Abacaxis sadios da variedade 'perola' foram desinfestados como anteriormente citado. Os frutos foram submetidos aos tratamentos com imersão nas soluções de fosfito de potássio (FK) 1g/L, fosfito de cálcio (FCa) 1g/L, fosfito de cobre (FCu) 1g/L, Agro-Mós® (AGM) 1ml/L, Silicato de cálcio (SCa) 1g/L, Biopiról® 1ml/L, Bion® 0,01g/L e Testemunha (H<sub>2</sub>O) e controle químico convencional com o Carbendazim ccab 500 SC durante dez minutos. As doses foram ajustadas de acordo com as especificações do fabricantes.

As frutas foram inoculadas, após 24 horas do tratamento, com o isolado de *T. ethacethica* selecionado no teste de agressividade, pela deposição de 15µl da suspensão de conídios na concentração para 10<sup>6</sup> conídios mL<sup>-1</sup>, sobre ferimento de 3mm de profundidade causado por furador de cinco pontas. Logo após, foram submetidas à câmara úmida com umidade relativa de 80% durante 24 horas, sendo posteriormente mantidas em condições de laboratório (25 ± 2°C). A testemunha foi representada por frutas feridas e apenas inoculadas com o patógeno. O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco repetições, sendo cada repetição constituída de um abacaxi. A avaliação da severidade foi realizada cinco dias após a inoculação, através de medição do diâmetro da lesão em dois sentidos opostos. As médias serão comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

Após avaliação da severidade, os frutos passaram por análises bioquímicas e físico-químicas. As variáveis físico químicas analisadas foram o potencial hidrogeniônico (pH), teor de sólidos solúveis totais (STT) e acidez total titulável (ATT). Para análise de pH e SST foi extraído do suco dos frutos, sendo o pH aferido em potenciômetro marca Hanna® instruments HI 2221 devidamente calibrado e o teor de sólidos solúveis totais realizado por meio da leitura em um refratômetro da marca ATAGO® master T graduado de zero a 32 °Brix. A técnica descrita na Association of Official Analytical Chemists - A.O.A.C. (1990) foi utilizada para análise de ATT, para isto, 3g do suco extraído foi diluído em 50 ml de água, sendo utilizado 10 ml do suco para a diluição. Os resultados obtidos foram registrados em

porcentagem de ácido cítrico. O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e testes de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a avaliação das atividades enzimáticas foi realizado o preparo do extrato enzimático bruto logo após a avaliação da severidade, sendo utilizada o terço médio de cada fruto para retirada da amostra. Amostras de 1,0 g de polpa de cada fruto tratado, foram maceradas em almofariz com nitrogênio líquido com 1 % (v/v) de polivinilpirrolidona (PVP), 5 mL de tampão acetato de sódio (0,1 M, pH 5) e 1 mL de EDTA (1 mM). Os extratos foram centrifugados à 10.000 g por 10 minutos à 4 °C e o sobrenadante transferido para tubos de eppendorf de 2 mL e armazenados em ultrafreezer a – 80 °C. O extrato enzimático produzido, foi utilizado como base para as determinações de proteínas solúveis totais e para atividade de peroxidases e polifenoloxidasas e  $\beta$ -1,3-glucanase.

O teor de proteínas solúveis foi determinado através do método colorimétrico de Bradford (1976). Para esta determinação foram pipetados para tubos de ensaio 200  $\mu$ L do extrato enzimático e 4 mL da solução de “*Coomassie Brillante Blue*” (CBB), agitados suavemente e realizada a leitura espectrofotométrica no comprimento de onda de 595 nm. Os resultados das leituras das amostras correspondentes aos extratos enzimáticos foram convertidos em concentração de proteína solúvel na curva de eficiência, por comparação com as leituras de soluções padrões de Albumina Soro Bovina (BSA) nas concentrações de 0; 50; 100; 200, 300, 400 e 500 mg/L.

A atividade de polifenoloxidase (E. C. 1.10.3.1) foi realizada através da adição de 100  $\mu$ l de extrato enzimático à 2,9 mL de solução contendo catecol (25 nM) solubilizado em tampão fosfato de potássio (100 mM; pH = 6,5). A atividade enzimática específica foi definida como a variação de absorbância em 410 nm produzida em meio reacional, por tempo em minutos e por miligrama de proteína ( $\Delta$  Abs.min. $^{-1}$ .mg $^{-1}$ ).

Através da absorbância proporcionada pela ação do guaicol em presença de peróxido de hidrogênio, foi possível estimar a atividade da peroxidase (E.C. 1.11.1.7), definida como a variação de absorbância em 470 nm produzida em meio reacional, por tempo em minutos e por miligrama de proteína ( $\Delta \text{ Abs.min.}^{-1}.\text{mg}^{-1}$ ). Em cubeta espectrofotométrica foram colocados, 200  $\mu\text{L}$  de guaicol (0,02 M), 0,5 mL de peróxido de hidrogênio (0,38 M) e 2,0 mL de tampão fosfato (0,2 M/pH 5,8) para o desenvolvimento da reação. A mistura foi levemente agitada e utilizada para calibrar o espectrofotômetro. Em seguida, foram adicionados 150  $\mu\text{L}$  do extrato enzimático, agitado suavemente e realizada a leitura no comprimento de onda de 470 nm, por um período de 1 minuto, com intervalos de 10 segundos.

A determinação de  $\beta$ -1,3-glucanase (E.C. 3.2.1.29) foi realizada pela dosagem da glicose liberada com a hidrólise da laminarina (Tuzun et al., 1989). Para isto, pipetou-se, para tubos de ensaio, 25  $\mu\text{L}$  do extrato enzimático, 200  $\mu\text{L}$  de tampão acetato de potássio (0,1 M e pH 4,8) e 200  $\mu\text{L}$  de laminarina (15mg.mL<sup>-1</sup>). Este material permaneceu incubado a 37 °C por 30 minutos e, em seguida, acrescentou-se 1 mL de reagente de Somogyi (Somogyi, 1952), 20 mL de água destilada e deionizada, permanecendo a mistura sob agitação por 10 minutos. Após agitação, o material foi levado ao banho maria a 100 °C por 15 minutos e resfriado imediatamente em banho de gelo. Adicionou-se 1,0 mL de reagente de Nelson (Somogyi, 1952), 25 mL de água destilada e deionizada, mantendo-se sob agitação por 15 minutos. Leituras espectrofotométricas a 760 nm compararam o material com padrões de glicose. A curva padrão de glicose foi preparada como adição de padrão, da mesma forma das amostras, substituindo-se a laminarina por soluções de glicose (0 – 300 mg.L<sup>-1</sup>).

### **Efeito dos tratamentos no crescimento micelial e esporulação de *Thielaviopsis ethacethica***

Os compostos (FK, FCa, FCu, AGM, SCa, Biopiról®, Bion® e Testemunha (H<sub>2</sub>O) e Carbendazim ccab 500 SC) utilizados nos ensaios anteriores foram avaliados no crescimento micelial e esporulação de *Thielaviopsis ethacethica*. De cada tratamento, foram depositados

10 µl sobre placas de Petri contendo meio de cultura BDA e espalhados com alça de Drigalski. Logo após, discos com 6 mm de diâmetro contendo estruturas fúngicas de *T. ethacethica*, do isolado selecionado no teste de agressividade, foram transferidos para o centro das placas. Em seguida, as placas foram incubadas em estufa B.O.D. a  $(25 \pm 2^\circ\text{C})$ . O crescimento micelial foi avaliado através de medição do diâmetro da colônia em dois sentidos diametralmente opostos durante três dias. Os dados foram utilizados no cálculo da porcentagem de inibição micelial dos tratamentos em relação à testemunha.

Para a avaliação da esporulação, após a avaliação do crescimento micelial, foi preparada uma suspensão de conídios, adicionando-se 20 ml de água destilada e esterilizada seguida de raspagem da superfície das colônias. As suspensões foram filtradas em dupla camada de gaze e levadas a câmara de Neubauer para contagem do número de conídios.

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado com nove tratamentos e cinco repetições. Os dados foram submetidos a análise de variância e separação de medias pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

## **Resultados e discussão**

### **Teste de agressividade**

Todos os isolados de *T. ethacethica* inoculados em abacaxi mostraram-se patogênicos causando sintomas característicos da doença, como exsudação do suco com odor de álcool etílico, polpa de coloração amarelo-intenso e os feixes vasculares tornando-se escurecidos. De acordo com o teste de Tukey, os 27 isolados de *T. ethacethica* inoculados mostraram agressividade variada (Tabela 1), sendo que dentre os isolados testados o mais agressivo foi o CHA -11, apresentando maiores lesões em relação aos demais isolados.

### **Aplicação de indutores de resistência**

A severidade dos sintomas ocasionados por *T. ethacethica* no abacaxi, apresentou diferença significativa entre os produtos avaliados. Dentre os indutores de resistência testados

o FK, Agro-Mos e Bion apresentaram os melhores resultados no controle da doença por diferirem estatisticamente da testemunha (Figura 2).

Alamino et al. (2013) encontraram respostas similares no controle da podridão-amarga em maçãs, onde Bion proporcionou redução da área lesionada e da esporulação de *C. gloeosporioides*. A ação do Bion está relacionada com a interferência nos processos fisiológicos e/ou bioquímicos das plantas ativando a resistência de forma sistêmica e não na ação direta a microrganismos (Debona et al., 2009; Furtado et al., 2010).

As análises físico-químicas dos frutos expostos a aplicação dos produtos ao manejo da podridão negra do abacaxi, mostraram que houve diferença significativa nos frutos submetidos aos tratamentos nas análises de pH, onde o indutor Biopirol e FCu diferiram estatisticamente da testemunha (Tabela 1).

Na análise referente à SST não houve diferença significativa nos frutos submetidos aos tratamentos com relação à testemunha, exceto Bion que apresentou valor de °Brix 10,2 diferindo significativamente dos demais tratamentos. Entretanto, para frutos tipo exportação, os valores mínimos de sólidos solúveis totais estabelecidos iniciam-se em 12 °Brix para o tipo ‘fruto Fancy’ (Gonçalves & Carvalho, 2007). Alves (2009) estudando o efeito de extratos vegetais sobre a podridão negra do abacaxi obteve resultados diferentes onde, além dos valores de °Brix serem superiores aos esperados a frutos tipo exportação (12,7 a 15,2) os valores de SST não demonstraram diferença significativa entre os tratamentos e a testemunha.

As análises de ATT apresentaram valores abaixo da faixa aceitável para abacaxis ‘cv’ Pérola que varia de 0,6 a 1,6%. Os resultados expressos no trabalho para acidez total titulável, expressa em porcentagem de ácido cítrico, mostraram amplitudes de 0,3 a 0,4%. Tais resultados não obtiveram diferença significativa nas frutas submetidas aos indutores de resistência, exceto ao FCa e FCu que obteve maior porcentagem de ácido cítrico.

A respiração do fruto consome os ácidos orgânicos, principalmente cítrico e málico, o que pode vir a causar oscilações em relação a acidez total (Han et al., 2004). As práticas



culturais no cultivo, na colheita e na pós-colheita, também podem vir a influenciar a qualidade final dos frutos (Pedreira et al., 2008).

Contudo, apesar dos indutores de resistência apresentarem vias promissoras ao combate de podridões pós-colheita de frutos e excelentes alternativas ao uso de agrotóxicos, em alguns casos, dependendo da concentração indicada, podem promover ações diferentes das esperadas (Mazaro et al., 2008).

Em relação às atividades enzimáticas não houve diferenças estatísticas significativa entre os tratamentos testados. A exposição dos frutos aos tratamentos com os indutores de resistência, não obteve relevância nos níveis de atividade de  $\beta$ -1,3-glucanase, peroxidase e polifenoloxidase quando comparadas a testemunha (figura 2).

Uma provável explicação à não diferenciação da atividade dessas enzimas quando comparadas a testemunha, está no fato de *T. ethacethica* ser um fungo extremamente agressivo e causar uma rápida deterioração dos frutos. A presença da proteína do patógeno desperta a explosão oxidativa desencadeada pela rápida geração e acúmulo de espécies ativas de oxigênio que atuam como reflexo a ação patogênica (Resende et al., 2003) Enzimas do grupo oxiredutase, são responsáveis por deteriorações em frutas como alterações nas qualidades organolépticas (Robinson, 1987) sendo as enzimas peroxidase e polifenoloxidase responsáveis, em alguns casos, pelo escurecimento em frutas (Clemente & Pastore, 1998).

Peroxidase e polifenoloxidase estão estreitamente relacionadas ao tempo decorrido entre a aplicação dos indutores, aja vista que seus picos de atuação ocorrem logo após a indução, são PR proteínas tidas como a linha de frente na defesa das plantas (Tuzun, 2001).

#### **Efeito dos tratamentos crescimento micelial e esporulação de *Thielaviopsis ethacethica***

Na avaliação do efeito dos indutores de resistência sobre o crescimento micelial de *T. ethacethica*, observou-se que o crescimento micelial do fungo foi significativamente inibido dependendo do indutor utilizado (tabela 2). Apesar do menor crescimento micelial (2,80 cm) de *Thielaviopsis ethacethica*, ser observado no tratamento com carbendazim, que obteve o

maior índice de inibição de crescimento deste fungo (72,44%) diferindo dos demais tratamentos. Entre os controles alternativos, FK reduziu linearmente o crescimento micelial de *T. ethacethica* in vitro apresentando percentual de controle superior a 20%. Os demais indutores não diferiram estatisticamente da testemunha (tabela 2).

Com relação à esporulação de *T. ethacethica*, somente o silicato de cálcio não apresentou diferença significativa em relação à testemunha (tabela 3). Os demais tratamentos mostraram variação na esporulação. Entre os tratamentos alternativos, FK apresentou a maior redução da produção de conídios, com percentual de controle de 82,42%, inferior apenas ao fungicida carbendazim com 95,99% de inibição. Apesar dos demais indutores não mostrarem resultados satisfatórios na inibição do crescimento vegetativo do fungo, observa-se que em relação às estruturas reprodutivas (esporos), com exceção do silicato de cálcio, todos apresentaram potencial de inibição de esporulação com valores superiores a 48% (tabela 3).

O fosfito é oxidado à fosfato e passa a atuar diretamente na nutrição das plantas (Araújo et al., 2008; Gentile et al., 2009). Esse fertilizante compreende ação direta a fitopatógeno ou incita mecanismos de resistência. Vários trabalhos comprovam a eficiência desse indutor (Fuzitani, et al., 2013; Neves & Blum, 2014; Pereira et al., 2012).

Campos Neto (2013) observando a ação de indutores de resistência em tomateiro contra fusariose constatou que indutores de resistência agem em diferentes mecanismos de controle, podendo diminuir sua fonte de inóculo, através do controle da esporulação,

### **Conclusões**

A aplicação pós-colheita do FK, Agro-Mos, Bion e carbendazim apresentaram resultados satisfatórios no controle da podridão negra do abacaxi.

As frutas do abacaxizeiro apresentaram alterações em suas características físico-químicas. O FK proporcionou inibição do crescimento micelial e esporulação de *T. ethacethica*.

A aplicação pós-colheita de fosfito de potássio mostrou-se promissor no manejo da podridão negra do abacaxi, pois além de promover redução no tamanho de lesão, proporcionou também a inibição do crescimento micelial e esporulação de *T. ethacethica*.

### Referências

ALAMINO, D. A.; CABRAL, V. B.; DANNER, M. A.; MARCHESE, J. A. Indução de resistência à podridão- amarga em maçãs pelo uso de eliciadores em pós- colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.3, p.249-254, 2013.

ALVES, M. Z. Epidemiologia da podridão negra do abacaxi e efeito de extratos vegetais no manejo da doença. 2009. 61 f. Tese (doutorado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife.

A.O.A.C. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15ªed. Arlington. 1990. pp. 685-1213.

ARAÚJO, L.; STADNIK, M. J.; BORSATO, L. C.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M. Fosfito de potássio e ulvana no controle da mancha foliar da gala da macieira. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v.33, n. 2, p. 148-152, 2008.

BONALDO, S. M., PASCHOLATI, S. F., ROMEIRO, R. S. **Indução de resistência: noções básicas e perspectivas**. In: Cavalcanti, L.S. et al. eds. Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos. Piracicaba: FEALQ, 2005. p.11-28.

BRADFORD, M. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**. v. 72, p. 248-254, 1976.

CAMPOS NETO, J. R. Indução de resistência no manejo da fusariose do tomateiro em São Luís-MA. 2013. 82p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Maranhão. São Luis.

CLEMENTE, E.; PASTORE, G. M. Peroxidase and polyphenoloxidase, the importance for food technology. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 32, n. 2 p. 167- 171, 1998.

DEBONA, D.; FIGUEIROÓ, G. G.; CORTE, G. D.; NAVARINI, L.; DOMINGUES, L. D. S.; BALARDIN, R. S. Efeito do tratamento de sementes com fungicidas e acibenzolar-S-methyl no controle da ferrugem asiática e crescimento de plântulas em cultivares de soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 35, n. 1, 2009.

FURTADO, L. M.; RODRIGUES, A. A. C.; ARAÚJO, V. S.; SILVA, L. L. S.; CATARINO, A. M. Utilização de Ecolife® e Acibenzolar – s – metil (ASM) no Controle da Antracnose da banana em pós-colheita. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.36, n.3, p.237-239, 2010.

FUZITANI, E. J.; SANTOS, A. F.; MORAES, W. S.; DAMATTO JUNIOR, E. R.; NOMUKA, E. S. Eficiência de fosfitos no controle da podridão da base do estipe em mudas de pupunheira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 35, n. 4, p. 1000-1006, 2013.

GENTILE, S.; VALENTINO, D.; TAMIETTI, G. Control of Ink disease by trunk injection of potassium phosphate. **Journal of Plant Pathology**, Wageningen, v.3, n.91, p. 565-571, 2009.

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).

HAN, C.; ZHAO, Y.; LEONARD, S.W.; TRABER, M.G. Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (*Fragaria x ananassa*) and raspberries (*Rubusideaus*). **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.33, p.67-78, 2004.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, v.29 n.1 p.1-83, 2015. Disponível em:<

- [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Agricola/Levantamento\\_Sistematico\\_da\\_Producao\\_Agricola\\_%5Bmensal%5D/Fasciculo/lspa\\_201501.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_%5Bmensal%5D/Fasciculo/lspa_201501.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2015.
- MATOS, A. P. **Manejo integrado da podridão-negra do fruto do abacaxizeiro**. Abacaxi em foco, Cruz das Almas, n. 34, 2005. Disponível em: <<http://www.cnpmf.embrapa.br>>. Acesso em: 04 fev. 2013.
- 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).
- MAZARO, S. M.; DESCHAMPS, C.; MAY DE MIO, L. L.; BIASI, A. GOUVEIA, A.; SAUTTER, C. K. Comportamento pós-colheita de frutos de morangueiro após a aplicação pré-colheita de quitosana e acibenzolar-smetil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 185-190, 2008.
- NEVES, J. S.; BLUM, L. E. B. Influência de fungicidas e fosfito de potássio no controle da ferrugem asiática e na produtividade da soja. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 1, p. 75 – 82, 2014.
- PEDREIRA, A. C. C.; NAVES, R. V.; NASCIMENTO, J. L. Variação sazonal da qualidade do abacaxi cv. pérola em Goiânia, estado de Goiás. **Pesquisa agropecuária tropical**, Goiania, v. 38, n. 4, p. 262-268, 2008.
- PEREIRA, V. F.; RESENDE, M. L. V.; RIBEIRO JUNIOR, P. M.; REGINA, M. A.; MOTA, R. V.; VITORINO, L. R. R. Fosfito de potássio no controle do míldio da videira e características físico- químicas de uvas Merlot. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.47, n.11, p.1581-1588, 2012.
- SANTOS, C. E. S.; KIST, B. B.; CARVALHO, C.; REETZ, E. R.; DRUM, M. **Anuário brasileiro da fruticultura 2014**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2013, 136p.
- SOMOGYI, M. Notes on sugar determination. **Journal of Biology and Biochemistry**, n. 195, p. 19-23, 1952.

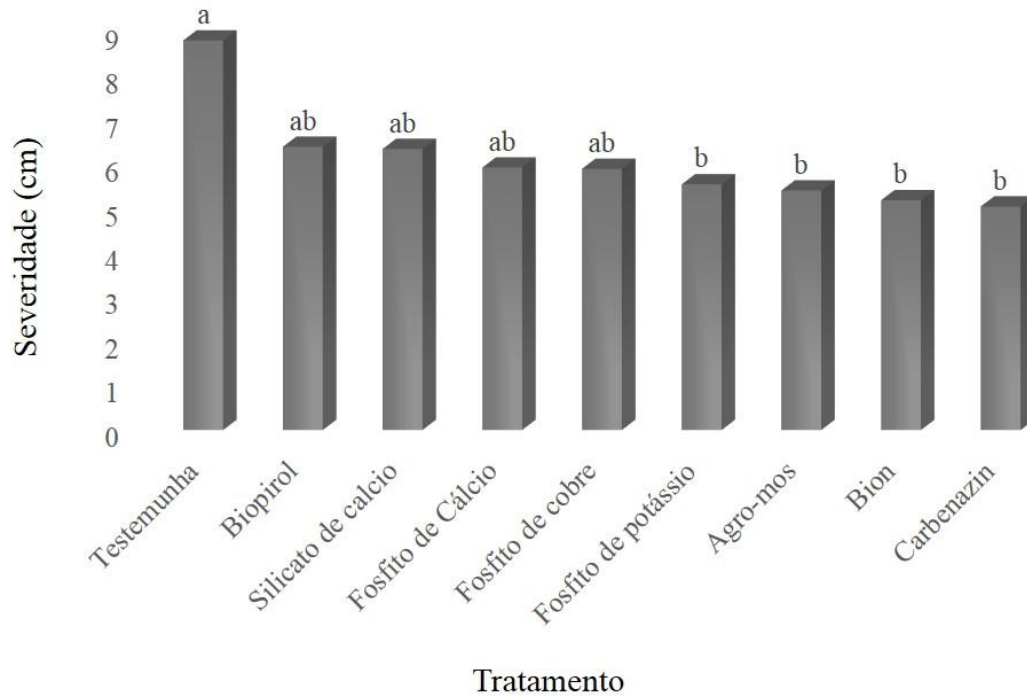
- RESENDE, M. L. V.; SALGADO, S. M. L.; CHAVES, Z. M. Espécies ativas de oxigênio na resposta de defesa de plantas a patógenos. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 123-130, 2003.
- ROBINSON, D. S. Food Biochemistry and Nutritional Value. **Logman Scientific and Technical**: Essex, 1987. 320 p.
- TUZUN, S. The relationship between pathogen-induced systemic resistance (ISR) and multigenic (horizontal) resistance in plants. **Europeam Journal of Plant Pathology**, Amsterdam, v.107, n.1, p.85-93, 2001.
- TUZUN, S.; RAO, N. M.; VOGELI, U.; SCHARDL, C.L.; KUC, J. Induced systemic resistance to blue 622 mold: early induction and accumulation of  $\beta$ -1,3-glucanase, chitinase, and other 623 pathogenesis-related proteins (b-proteins) in immunized tobacco. **Physiology and Biochemistry**, n. 79, p. 979-983, 1989.
- WITTER, L.; SANTOS, L. C.; ROCHA, M. R.; BARBOSA, K. A. G. Indução de Resistência no Manejo Integrado de *Pratylenchus brachyurus* na Cultura de Cana-de-açúcar. In: Congresso de Pesquisa, Ensino e Extensão, 2013, Goiania. **Anais...** Goiania: UFGO. 2013. p. 6060-6074.
- VENTURA, J. A.; ZAMBOLIM, L.; Controle das doenças do abacaxizeiro. In: MONTEIRO, A., J. A.; VALE, F. X. R.; COSTA, H.; ZAMBOLIM, L. (Eds.) **Controle de doenças de plantas – Fruteiras**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. v.1, p.445-501.
- ZANARDO, N. M. T. **Purificação parcial de frações de *Saccharomyces cerevisiae* indutoras de resistência contra antracnose e avaliação de agentes bióticos (*S. cerevisiae* e Agro-Mos®) e abiótico (Bion®) na indução de resistência contra inseto (*Tuta absoluta* x tomateiro), nematoide (*Meloidogyne incognita* x pepineiro) e organismo não-alvo (*Bradyrhizobium elkanii* x soja)**. 2009. 98 p. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

## Figuras e tabelas

**Tabela 1.** Agressividade de isolados de *Thielaviopsis ethacethica* expressa pelo diâmetro de lesão

Isolados	Severidade (cm)
CHA 8	6.32 a
CHA 16	6.34 a
CHA 23	6.48 a
CHA 2	6.92 b
CHA 1	6.96 b
CHA 17	7.04 b
CHA 3	7.32 c
CHA 18	7.42 c
CHA 25	7.48 c
CHA 6	7.52 c
CHA 24	7.72 c
CHA 27	7.78 c
CHA 5	7.82 c
CHA 20	7.86 c
CHA 4	7.94 c
CHA 7	8.32 d
CHA 26	8.32 d
CHA 22	8.34 d
CHA 21	8.46 d
CHA 19	8.52 d
CHA 9	8.62 d
CHA 10	8.80 d
CHA 13	8.88 d
CHA 15	8.88 d
CHA 14	8.94 d
CHA 12	9.28 e
CHA 11	9.96 e
CV (%)	6,75

\*Médias de cinco repetições; Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Scott-Knott (P=0,05).



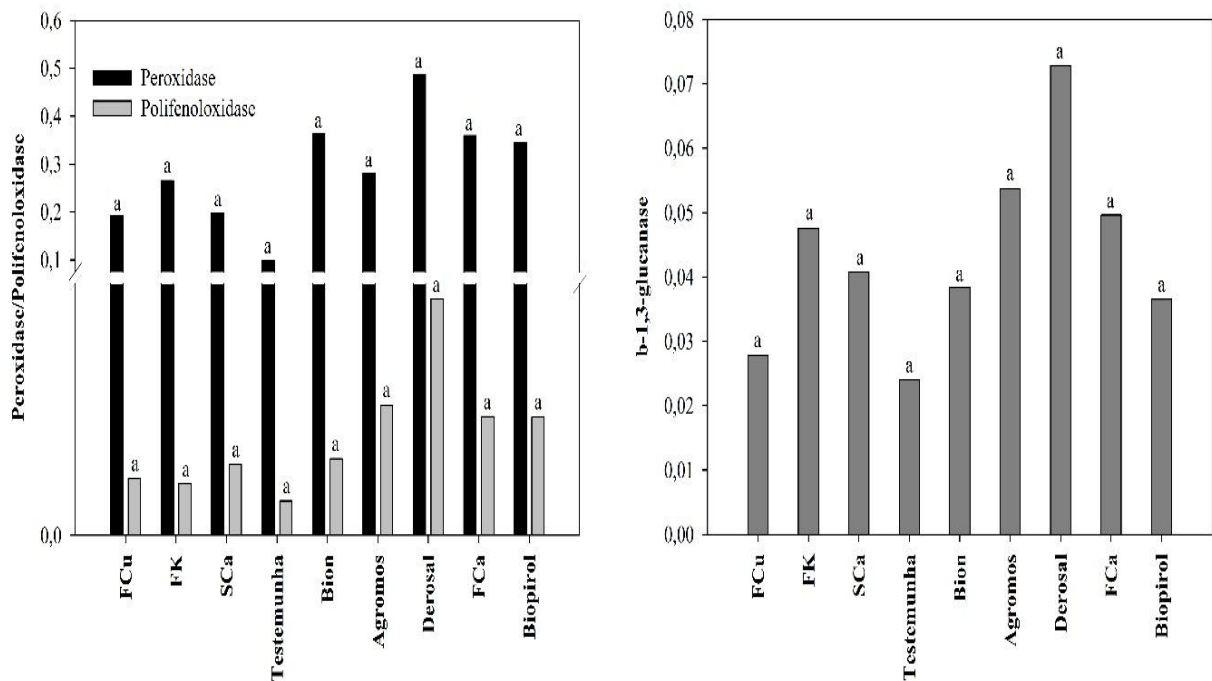
**Figura 1.** Efeito dos adubos foliares indutores de resistência sobre a severidade da podridão negra do abacaxi causada por *Thielaviopsis ethacethica*. \*Média de cinco repetições; médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade ( $P=0,05$ ). CV = 24,79 %.



**Tabela 1.** Influência da aplicação dos indutores de resistência sobre os fatores físico-químicos em abacaxi inoculados com *Thielaviopsis ethacethica*. SST – sólido solúvel total; ATT – acidez total titulável; pH – potencial hidrogeniônico

Tratamento	pH	SST (°Brix)	ATT
Testemunha	4,32 a	14,80 a	0,31 c
Fosfito de potássio	4,22 ab	12,34 ab	0,34 bc
Fosfito de cálcio	4,20 ab	13,28 ab	0,46 a
Fosfito de cobre	4,18 b	15,04 a	0,42 ab
Silicato de cálcio	4,20 ab	13,98 ab	0,36 bc
Agro-Mós	4,20 ab	13,38 ab	0,38 abc
Bion	4,24 ab	10,22 b	0,32 c
Biopiról	4,19 b	13,34 ab	0,40 abc
Carbendazim	4,25 ab	14,36 a	0,39 abc
<b>CV (%)</b>	<b>1,39</b>	<b>14,51</b>	<b>12,30</b>

Médias seguidas pela mesma letra minúscula em cada coluna não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade (P= 0,05).



**Figura 2.** Atividade da enzima peroxidase, polifenoloxidase e  $\beta$ -1,3-glucanase em frutos de abacaxizeiro induzidos por adubos foliares e indutores de resistência e inoculados com *Thielaviopsis ethacethica*. FCu = fosfito de cobre; FK = fosfito de potássio; FCa = fosfito de cálcio; SCa = silicato de cálcio.

**Tabela 2.** Avaliação da inibição do crescimento micelial de *Thielaviopsis ethacethica* em resposta a adubos foliares e indutores de resistência. Os valores representam a média de cinco colônias para cada condição

<b>Tratamento</b>	<b>Diâmetro da colônia (cm)</b>	<b>PIC (%)</b>
Testemunha	9,00 a	-
Agro-mos	9,00 a	0
Bion	9,00 a	0
Biopiról	9,00 a	0
Fosfito de cobre	9,00 a	0
Silicato de cálcio	9,00 a	0
Fosfito de cálcio	7,68 ab	14,66
Fosfito de potássio	7,16 b	20,44
Carbendazim	2,48 c	72,44
<b>CV (%)</b>	<b>10,77</b>	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula em cada coluna não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade (P= 0,05). PIC = Porcentagem de Inibição do Crescimento.

**Tabela 3** - Avaliação da esporulação, por meio do número de conídios de colônias do isolado de *Thielaviopsis ethacethica*, crescidas por três dias em resposta a adubos foliares e indutores de resistência. Os valores representam a média de cinco colônias para cada condição

<b>Tratamento</b>	<b>Médias de esporulação (10<sup>6</sup>)</b>	<b>Inibição da esporulação (%)</b>
Testemunha	16,72 a	-
Silicato de cálcio	15,5 a	7,29
Biopiról	8,65 b	48,26
Fosfito de cobre	7,62 bc	54,42
Agro-mos	7,43 bc	55,56
Bion	6,86 bc	58,97
Fosfito de cálcio	5,47 cd	67,28
Fosfito de potássio	2,94 de	82,42
Carbendazim	0,67 e	95,99
<b>CV (%)</b>	<b>17,47</b>	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula em cada coluna não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade (P= 0,05).

## CONCLUSÕES GERAIS

Os resultados obtidos permitem concluir que:

- A aplicação pré-colheita dos fosfitos de FK, FCu e biopiról apresentaram resultados satisfatórios no manejo da fusariose do abacaxizeiro.
- Os frutos das plantas pulverizadas com FK apresentaram incremento no peso do fruto.
- A aplicação dos produtos no campo causou alterações nos teores de ATT dos frutos.
- O FK proporcionou maior atividade de  $\beta$ -1,3-glucanase em frutos tratados em campo.
- O Fosfito de potássio, Agro-mos, Bion<sup>®</sup> e carbendazim foram mais eficientes no controle da podridão negra do abacaxi.
- As frutas tratadas e inoculadas apresentaram alterações em suas características físico-químicas.
- O FK proporcionou inibição do crescimento micelial e esporulação de *Thielaviopsis ethacethica*.