

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE MESTRADO**

**RESISTÊNCIA À *Phytophthora palmivora* EM ACESSOS
DE MAMOEIRO**

FRANKLIN DAMASCENO CARVALHO

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
JULHO - 2018**

RESISTÊNCIA À *Phytophthora palmivora* EM ACESSOS DE MAMOEIRO

FRANKLIN DAMASCENO CARVALHO

Engenheiro Agrônomo

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2016

Dissertação apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Agrárias (Área de Concentração: Fitotecnia).

Orientador: Dr. Sebastião de Oliveira e Silva

Coorientadores: Dr. Leandro de Souza Rocha

Dr. Carlos Augusto Dórea Bragança

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA

JULHO - 2018

FICHA CATALOGRÁFICA

C331r

Carvalho, Franklin Damasceno.

Resistência à *Phytophthora palmivora* em acessos de mamoeiro / Franklin Damasceno Carvalho. – Cruz das Almas, BA, 2018.

105f.; il.

Orientador: Sebastião de Oliveira e Silva.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.

1.Mamão – Doenças e pragas. 2.Mamão – Melhoramento genético. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.

CDD: 634.651|

Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas – UFRB.
Responsável pela Elaboração – Antonio Marcos Sarmiento das Chagas (Bibliotecário – CRB5 / 1615).
Os dados para catalogação foram enviados pelo usuário via formulário eletrônico.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE MESTRADO**

**RESISTÊNCIA À *Phytophthora palmivora* EM ACESSOS
DE MAMOEIRO**

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
FRANKLIN DAMASCENO CARVALHO**

Realizada em 26 de Julho de 2018

Dr. Sebastião de Oliveira e Silva
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB
Examinador Interno (Orientador)

Dra. Ana Cristina Fermino Soares
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB
Examinador Interno

Dr. Paulo Ernesto Meissner Filho
Embrapa Mandioca e Fruticultura
Examinador Externo

DEDICATÓRIA

Dedico,

À minha querida e amada mãe,
Dinair Damasceno dos Santos, meu
alicerce, presença essencial em
minha vida

À minha amada família,
por todo amor, carinho, apoio e
confiança

A todos que torceram por mim;

sem vocês essa etapa não seria
cumprida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por conceder-me o dom da vida, por me dar força e coragem para concluir mais essa etapa e por me conduzir e me iluminar sempre, em todos os momentos da minha vida.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias, pela oportunidade concedida para a realização do curso de mestrado.

À Embrapa Mandioca e Fruticultura, pela infraestrutura disponibilizada e por conceder as condições necessárias para a execução de todas as etapas do trabalho e pela oportunidade de aprendizado. Foi uma ótima experiência ter feito parte da unidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Sebastião de Oliveira e Silva, pela excelente orientação, amizade e principalmente, pela contribuição imensurável para minha formação profissional, meus sinceros agradecimentos.

Ao meu coorientador Dr. Leandro de Souza Rocha, pela amizade e ensinamentos, por me orientar durante todo o trabalho e pela oportunidade de estágio no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa.

Ao meu coorientador Prof. Dr. Carlos Augusto Dórea Bragança e coordenador do Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias, pelos ensinamentos, por todo apoio e confiança depositados em mim.

À Profa. Dra. Ana Cristina Fermino Soares e ao Dr. Paulo Ernesto Meissner Filho, por aceitarem fazer parte da banca de avaliação e pelas importantes contribuições.

Aos Professores do Curso de Ciências Agrárias pela troca de conhecimentos e por todo aprendizado adquirido.

À minha amada família, em especial minha Mãe Dinair, meus avós Vitória e Benvindo. Aos meus primos (irmãos), aos meus tios e tias, por todo amor, incentivo e confiança. Amo vocês!

À Geise Bruna da Mata Camilo, presente de Deus em minha vida, pelo amor, carinho, companheirismo, preocupação e cumplicidade. Melhor amiga e companhia de todas as horas. Você trouxe leveza e felicidade durante esta jornada.

Ao Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo pelas valiosas contribuições neste trabalho, pela análise estatística e pela disposição em contribuir sempre, com seu conhecimento.

Ao Dr. Hermes Peixoto, exemplo de profissional, pela amizade, bons conselhos e pelo enorme conhecimento transmitido. Te admiro muito.

À Pós-Doutora Viviane Peixoto Borges e à querida Uiara Souza pelas importantes e valiosas contribuições para este trabalho.

À Equipe de Mamão da Embrapa, pela essencial ajuda na execução das atividades e pelo convívio agradável, em especial, Sr. Pereira, Celeste, Filipe, Rosane, Karine, Renildo e Dr. Tullio.

À toda equipe do Laboratório de Fitopatologia pelo convívio diário e pelos bons momentos, em especial, Francisco Paulo, pelo apoio no desenvolvimento dos trabalhos, Anelita, Maria Thieta, Mileide, João, César, Fernanda, Raoni, Cíntia, Jonas, Lorena, Adielle, Dona Gal e a todos os estagiários.

À toda equipe de trabalhadores da Embrapa Mandioca e Fruticultura, em especial, Sr. João Vieira, Sr. Bizunga, Paulo Laesso, Cata, Amadeu, Tacísio, pelo convívio, amizade e suporte na realização dos trabalhos.

Aos amigos do curso de Ciências Agrárias e RGV, Ana Maria, Cristiano, Priscila Tavares, Priscila Silva, Jailton, Erison e Lucas, pelos estudos e bons momentos. Adorei conhecer vocês.

Aos amigos que aqui fiz e que dividiram essa trajetória comigo, Iara, Carlos, Joaquim, Vanessa, pelos momentos de muita alegria.

Aos amigos de toda a vida Caio, Bruno, Vítor, Ésio, Ednílson, sempre presentes, pela parceria e amizade.

A todas as pessoas que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho. Meus sinceros reconhecimentos.

MUITO OBRIGADO!!!!

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	xi
RESUMO	13
ABSTRACT	14
INTRODUÇÃO	15
ARTIGO 1	
RESISTÊNCIA DE FRUTOS DE MAMOEIRO À <i>Phytophthora palmivora</i>	34
ARTIGO 2	
RESISTÊNCIA DE MUDAS DE MAMOEIRO À <i>Phytophthora palmivora</i>	66
CONSIDERAÇÕES FINAIS	99
ANEXOS	100

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

- Figura 1** - Frutos posicionados sobre a bancada em câmara úmida para realização do teste de patogenicidade das cepas de *Phytophthora palmivora*.....40
- Figura 2** - A) Inoculação de fruto de mamoeiro, com o contato de disco de meio de cultura contendo estruturas do patógeno (P – *Phytophthora*) e disco contendo apenas meio de cultura (T – Testemunha). B) Frutos sobre bancada em câmara úmida.....41
- Figura 3** - A) Primeiras lesões da podridão de *Phytophthora* 78 horas após inoculação. B) Lesões em frutos de mamoeiro provocados pelo isolado 1057 aos sete dias após inoculação.....41
- Figura 4** - Dendrograma resultante da análise de 52 genótipos de mamoeiro (*Carica papaya* L.), com base na porcentagem de área lesionada causada por *P. palmivora* obtido pelo método de agrupamento UPGMA e utilizando a distância Euclidiana como medida de distância genética.....49
- Figura 5** - Início da infecção observada no acesso CMF011, 48 h depois da inoculação, após retirada da câmara úmida.....52
- Figura 6** - Lesões causadas pelo isolado 1057 de *Phytophthora palmivora* em frutos inoculados (Acesso CMF006). Observação aos sete dias após inoculação.....53
- Figura 7** - Lesões provocadas pelo isolado 1057 de *Phytophthora palmivora*, de tamanho reduzido em frutos de mamoeiro do acesso CMF075 (A, B e C), e em maior tamanho no acesso CMF249 (D, E e F).....54

Capítulo 2

Figura 1 - Sacos de polietileno com solo esterilizado em casa de vegetação.....72

Figura 2 - A) Detalhe da semeadura, utilizando três sementes por saco. B) Plântulas em crescimento aos 15 dias após semeadura. C) Plantas com 30 dias de idade, após realizado o desbaste.....72

Figura 3 - A) Placas com 10 dias de idade para preparo de suspensão. B) Água esterilizada e gelada colocada sobre às placas.....73

Figura 4 - A) Suspensão ajustada para concentração de 5×10^5 zoósporos mL⁻¹. B) Momento da inoculação sobre muda de mamoeiro.....74

Figura 5. A) Planta de mamoeiro apresentando folhas murchas, anelamento do caule e podridão do sistema radicular, sintomas da podridão do pé causada por *Phytophthora palmivora*. B) Detalhe de duas raízes de mamoeiro. À esquerda, raiz apresentando lesões escuras e aquosas, completamente enegrecidas decorrente da infecção pelo patógeno. À direita raiz sadia, sem qualquer sintoma. C) Testemunha, ausência de sintomas ao final do experimento.....78

Figura 6. Escala de notas para mudas de mamoeiro apresentando diferentes níveis de sintomas da podridão do pé. 0: Planta sem sintomas; 1: Planta vigorosa, porém, com até 25% de desfolha; 2: Planta com vigor intermediário, com 26% até 50% de desfolha; 3: Planta debilitada, com 51% até 75% de desfolha; 4: Planta morta. (Escala adaptada de Mosqueda-Vásquez et al., 1981).....83

Figura 7. Dendrograma resultante da análise de 52 genótipos de mamoeiro (*Carica papaya* L.), com base na Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) obtido pelo método de agrupamento UPGMA e utilizando a distância Euclidiana como medida de distância genética.....85

Figura 8. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de cinquenta e dois acessos de mamoeiro inoculados com *Phytophthora palmivora*.....87

Figura 9 - Curvas de progresso da doença e áreas abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), de 52 acessos de mamoeiro, calculadas a partir do ID para sintomas externos da Podridão do pé, mediante inoculação com *Phytophthora palmivora*. A, B: Altamente Resistente; C, D: Resistente; E, F: Medianamente resistente; G, H: Medianamente suscetível; I, J: Suscetível; K, L: Altamente suscetível.....90

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

- Tabela 1** – Número de registro, substrato de coleta, local e ano de estoque das culturas de *Phytophthora palmivora* depositadas na coleção de *Phytophthora* Arnaldo Gomes Medeiros da Ceplac e repassada à Embrapa Mandioca e Fruticultura.....39
- Tabela 2** – Código local, nome comum e grupo heterótico dos acessos de mamoeiro do Banco Germoplasma de Mamão (BAG-Mamão) da Embrapa Mandioca e Fruticultura42
- Tabela 3** – Código local, instituição doadora e/ou local de coleta, país de origem e grupo heterótico dos acessos de mamoeiro avaliados do BAG-Mamão da Embrapa Mandioca e Fruticultura.....43
- Tabela 4** – Resumo do quadro de análise de variância para a variável porcentagem de área lesionada do experimento instalado em delineamento inteiramente casualizado, em que foram avaliados três isolados de *Phytophthora palmivora* e 10 acessos de mamoeiro com cinco repetições.....45
- Tabela 5** - Valores médios para a porcentagem de área lesionada de frutos do BAG-Mamão da Embrapa Mandioca e Fruticultura, inoculados com três isolados de *Phytophthora palmivora*¹.....46
- Tabela 6** - Valores médios para porcentagem de área lesionada de dez acessos de mamoeiro inoculados com *Phytophthora palmivora*¹.....47
- Tabela 7** – Resumo do quadro de análise de variância para a variável porcentagem de área lesionada de 52 acessos de mamoeiro.....47

Tabela 8 - Relação dos acessos de mamoeiro avaliados do BAG-Mamão da Embrapa Mandioca e Fruticultura com suas respectivas porcentagens de área lesionada, grupo heterótico e nível de resistência¹.....50

Capítulo 2

Tabela 1 - Escala de notas utilizada para as avaliações da severidade da podridão de *Phytophthora*, adaptada de Mosqueda-Vázquez et al., 1981.....76

Tabela 2 – Resumo do quadro de análise de variância para período de incubação de 52 acessos de mamoeiro inoculados com *Phytophthora palmivora*.....79

Tabela 3 – Resumo do quadro de análise de variância para número médio de dias de vida de 52 acessos de mamoeiro inoculados com *Phytophthora palmivora*.....80

Tabela 4 - Valores médios para período de incubação, tempo médio de vida e porcentagem de área lesionada de 52 acessos de mamoeiro inoculados com *Phytophthora palmivora*¹.....81

Tabela 5 - Relação dos acessos de mamoeiro avaliados do BAG-Mamão da Embrapa Mandioca e Fruticultura com suas respectivas porcentagens de área lesionada, área abaixo da curva de progresso da doença e nível de resistência¹.....101

RESISTÊNCIA À *Phytophthora palmivora* EM ACESSOS DE MAMOEIRO

Autor: Franklin Damasceno Carvalho
Orientador: Dr. Sebastião de Oliveira e Silva

Resumo: A podridão do pé e dos frutos, causada por *Phytophthora palmivora* (Butler) Butler é uma das principais doenças de pré e pós-colheita da cultura do mamoeiro (*Carica papaya* L.) e tem provocado severas perdas na produção. Com o objetivo de identificar fontes de resistência à doença, foram avaliados 52 acessos de mamoeiro, oriundos do Banco Ativo de Germoplasma de Mamão da Embrapa Mandioca e Fruticultura. Foram montados dois experimentos, que avaliaram a resistência à *P. palmivora* em frutos e em mudas destes 52 acessos. A inoculação consistiu na colocação de disco de 5 mm de meio de cultura contendo esporos de *P. palmivora* sobre ferimento feito no fruto. Sete dias após a inoculação, as lesões foram fotografadas, obtendo-se a porcentagem de área lesionada por meio do software APS Assess 2.0. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 52 tratamentos (acessos) e cinco repetições. No segundo experimento, mudas dos 52 acessos foram inoculadas com 5 mL de suspensão de 5×10^5 zoósporos mL⁻¹ de *P. palmivora* 60 dias após a emergência. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 52 tratamentos (acessos) com três repetições e uma testemunha por tratamento. A severidade foi estimada por meio de escala de notas. Além da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) avaliou-se: período de incubação, tempo de vida de cada planta e mortalidade (%). As médias de área lesionada e AACPD foram submetidas à análise de agrupamento. Todos os acessos apresentaram lesões mediante à inoculação com *P. palmivora*. Observou-se grande variabilidade nos acessos do BAG - Mamão em relação à sua resistência. O grupo dos frutos resistentes foi formado pelos acessos CMF017, CMF026, CMF078, CMF133, CMF024, Sunrise, CMF004 e CMF075. As mudas resistentes pertencem aos acessos: CMF015, CMF133, CMF131, CMF024, CMF026, CMF078 e CMF115. Estes podem ser considerados promissores na busca por genótipos melhorados que apresentem resistência à doença.

Palavras chave: Carica Papaya L., suscetibilidade, podridão do pé e dos frutos, germoplasma

RESISTANCE TO *Phytophthora palmivora* IN PAPAYA ACCESSIONS

Author: Franklin Damasceno Carvalho
Adviser: Dr. Sebastião de Oliveira e Silva

Abstract: Root and fruit rot caused by *Phytophthora palmivora* (Butler) Butler is one of the main pre and post harvest diseases on papaya (*Carica papaya* L.) and has caused severe production losses. Aiming to identify resistance sources to the disease, 52 papaya accessions from the Embrapa Mandioca e Fruticultura Papaya Germplasm Active Bank were evaluated. Two experiments were carried out, which evaluated the resistance to *P. palmivora* in fruits and seedlings from the 52 accessions. The inoculation consisted in the placement of 5-mm-culture-medium discs containing *P. palmivora* spores in a wound made in the fruit. Seven days after inoculation, the lesions were photographed, observing injured area percentage through APS Assess 2.0 software. The experimental design was completely randomized with 52 treatments (accessions) and five replicates. In the second experiment, seedlings from the 52 accessions were inoculated with 5 mL of 5×10^5 zoospores mL⁻¹ suspension of *P. palmivora* 60 days after emergence. The experimental design was completely randomized with 52 treatments (accessions) with three replicates and one control per treatment. The severity was estimated by means of a grading scale. In addition to the area below the disease progress curve (AACPD) we evaluated: incubation period, plant life time and mortality (%). The averages of injured area and AACPD were submitted to cluster analysis. All accessions presented lesions upon inoculation with *P. palmivora*. There was great variability in the accessions of BAG-Mamão regarding resistance. The resistant fruits group was formed by accessions CMF017, CMF026, CMF078, CMF133, CMF024, Sunrise, CMF004 and CMF075. Resistant seedlings belonging to the accessions: CMF015, CMF133, CMF131, CMF024, CMF026, CMF078 and CMF115. These can be considered promising in the search for improved genotypes showing resistance to the disease.

Keywords: *Carica papaya* L., susceptibility, root and fruit rot, germplasm.

INTRODUÇÃO

Aspectos gerais e importância da cultura do mamoeiro

O mamoeiro, *Carica papaya* L., é uma das principais fruteiras tropicais cultivadas no mundo, sendo seu cultivo predominante em regiões tropicais e subtropicais. Seu centro de origem se localiza no continente americano, na América Central e Bacia Amazônica superior, onde ocorre a maior diversidade genética (BADILLO, 2000). Essa planta pertence à família *Caricaceae* que apresenta 35 espécies, divididas em seis gêneros: *Jacaratia* (sete espécies), *Jarilla* (três espécies), *Cylicomorpha* (duas espécies), *Horovitzia* (uma espécie) e *Carica* que foi subdividido em dois novos gêneros, *Vasconcellea* (21 espécies) e *Carica* (uma espécie, que é a única explorada comercialmente) (LORENCE e TORRES, 1988; TRINDADE, 2000; BADILLO, 2002; VAN DROOGENBROECK et al., 2002). De acordo com Damasceno Junior et al. (2010), os gêneros *Carica* e *Vasconcellea* são diploides e todas as suas espécies tem 18 cromossomos.

De modo a se obter maiores conhecimentos sobre os gêneros da família *Caricaceae*, Carvalho (2015), utilizando ferramentas de bioinformática para o estudo destas plantas, gerou novas informações sobre estes gêneros, o que inclui nomenclatura e espécies fronteiras, de forma a localizá-las no contexto morfoecológico, geográfico e evolucionário.

O mamoeiro apresenta grande importância no Brasil, com uma área de 30.285 hectares cultivadas, o que gerou uma produção de 1,4 milhões de toneladas do fruto em 2015 (IBGE-PAM, 2017). A produção mundial de mamão em 2016 foi de 13,05 milhões de toneladas, sendo os principais países produtores a Índia (5,69 milhões de toneladas), o Brasil (1,42 milhões de toneladas) e a Indonésia (904,28 mil toneladas) (FAO, 2017). A exportação brasileira de mamão é feita principalmente, para o mercado europeu e no ano de 2017 atingiu 39,12 mil toneladas (ALICEWEB, 2017; CARVALHO et al., 2017).

Cerca de 80% da produção nacional concentra-se principalmente nos estados da Bahia e Espírito Santo. Entretanto, nos anos 80 os estados do Pará e São Paulo eram os principais produtores, com participação acima de 50%

(RUGGIERO et al., 2011). Para Diniz et al. (2018), a cultura é adaptada à região nordeste do país onde segundo (Santos et al., 2015), os cultivos estão cada vez mais presentes nos pólos frutícolas, possuindo também grande relevância na economia regional, na qual contribui nos aspectos sociais e econômicos ao proporcionar empregos e renda. Isso devido a ter produção constante durante o ano, além da necessidade de remoção e renovação dos pomares, conseqüentemente com uso de mão-de-obra (LIMA et al., 2007; SÁ et al., 2013). Devido à essa importância assumida pela cultura, ela tem sido objeto de estudo nos mais diversos trabalhos de pesquisa (COSMI, 2017; SOUSA et al., 2017).

Além da importância social e econômica atribuída à cultura do mamoeiro, um aspecto que merece atenção são as propriedades nutricionais do fruto, altamente benéficas à saúde humana (MARTINS, 2005). Esse fruto possui sabor agradável, baixa acidez, vitamina C e bom teor de açúcares, características que fazem do mamão um fruto muito apreciado pelos consumidores, sobretudo quando o consumo é in natura, ou minimamente processado, pois as propriedades nutricionais que eles contêm promovem benefícios à saúde (CARDAMONE et al., 2015; LIMA et al., 2018). Em razão dessas características, para Zubiolo et al. (2012), o mamão é considerado um dos melhores frutos do mundo.

Apesar da importância do mamão para a fruticultura brasileira, toda a produção nacional se concentra basicamente no cultivo de quatro cultivares classificadas em dois grupos heteróticos, Solo e Formosa. No grupo 'Solo' as mais cultivadas são: 'Sunrise Solo' e 'Improved Sunrise Solo cv. 72/12', 'Golden THB', explorados em várias regiões do mundo, comercialmente conhecidas como mamão papaya ou Havaí possuem frutos pequenos com peso médio de 0,5 kg, destinados ao mercado interno e, principalmente, ao mercado externo por produzirem frutos preferidos no processo de exportação (DANTAS; OLIVEIRA, 2009). Os materiais do grupo 'Formosa' mais plantados são os híbridos 'Tainung n° 01', que se destaca como o mais cultivado no Brasil e 'Calimosa', que produzem frutos de maior tamanho (>1,0 kg) que são destinados, principalmente, ao mercado interno (SERRANO e CATTANEO, 2010; LUZ et al., 2015). De acordo com Dantas; Oliveira (2009), esse híbridos comerciais do grupo heterótico formosa vêm conquistando cada vez mais

espaço tanto no mercado interno quanto externo, com um forte crescimento nas vendas principalmente para a Europa, Canadá e Estados Unidos.

As sementes do híbrido 'Tainung nº 01', são importadas da Estação Experimental de Fengshan, Taiwan, ao custo 3.500 a 4.000 dólares por quilograma. Além disso, a cada novo ciclo de cultivo, é necessário que essas sementes sejam novamente importadas para instalação de um novo pomar, o que dificulta a atividade e aumenta os custos de implantação da cultura (OLIVEIRA et al., 2011; REIS et al., 2015). Alguns produtores brasileiros reutilizam as próprias sementes dos híbridos nas sucessivas gerações, o que provoca segregação dos genes e leva à perda das características originais desse material melhorado, diminuição da heterose, e produção de frutos com qualidade inferior, fora do padrão comercial (LUCENA e DANTAS, 2015).

Esse cenário levou as instituições de pesquisa a investirem no melhoramento genético da cultura por meio do desenvolvimento de híbridos do grupo 'Formosa' adaptados à realidade brasileira. Assim, um projeto envolvendo a Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) e a Empresa Caliman Agrícola S.A., resultou no desenvolvimento do primeiro híbrido de mamoeiro no Brasil, denominado de Caliman/Uenf01 e popularmente conhecido como Calimosa, lançado em 2003 (FERREGUETTI, 2003). Apesar deste material constituir numa alternativa para o cultivo do mamoeiro no país, ainda existem algumas lacunas a serem preenchidas em termos de opções de variedades e híbridos que atendam todas as exigências do mercado dessa frutífera (DANTAS; OLIVEIRA, 2009).

Além do melhoramento direcionado ao desenvolvimento de mais cultivares que apresentem características agronômicas desejáveis (COSTA; PACOVA, 2003), se faz necessário também que estas sejam resistentes a doenças, o que se traduz numa medida estratégica para a manutenção e aumento da competitividade do agronegócio do mamão. De acordo com estes autores existe grande exigência dos mercados internacionais, tanto pela qualidade dos frutos, quanto pelo requerimento de concentrações cada vez mais reduzidas de princípios ativos de fungicidas, inseticidas e acaricidas.

No ano de 1995, tiveram início as primeiras ações do programa de melhoramento genético de mamoeiro da Embrapa Mandioca e Fruticultura, que se baseava na exploração da variabilidade genética existente em seu Banco

Ativo de Germoplasma, que na época contava com mais de 240 acessos. O objetivo era obter genótipos adaptados às regiões produtoras, resistentes às principais pragas, e que tivessem boas características agrônômicas (DANTAS et al., 2011). Após autofecundação de alguns acessos disponíveis no BAG-Mamão, foi formado um banco de linhagens, que após cinco a oito gerações de autofecundação, foram a base para a síntese de híbridos, com o objetivo de diminuir a dependência de importação de sementes (DANTAS et al. 2015).

Atualmente, as principais abordagens utilizadas para o melhoramento do mamoeiro consistem no uso de ferramentas moleculares, mas que também estejam atreladas aos métodos clássicos, de forma a ampliar a busca de soluções que contribuam com o avanço da cultura (DANTAS et al., 2011).

Dantas e Lima (2001) concluíram que o melhoramento genético do mamoeiro contribui substancialmente para aumentar a disponibilidade de cultivares, com menor custo de aquisição de sementes, maior produtividade, melhoria na qualidade e no aspecto da fruta, com redução dos custos de produção e garantia de maior competitividade. Dessa forma evita-se o caráter itinerante que caracteriza a cultura, além de permitir um maior aproveitamento do potencial de exportação do produto.

Principais doenças do mamoeiro

A qualidade do mamão produzida nas principais regiões produtoras do país é severamente comprometida e dentre os fatores limitantes do seu cultivo, listam-se os problemas fitossanitários (COSMI et al., 2017).

Dos dois grupos heteróticos do mamoeiro, apenas três cultivares ocupam a maior parcela dos plantios comerciais do país, agravando a sustentabilidade desta cultura pela limitada variabilidade genética existente. O que ocorre é um incremento da suscetibilidade das lavouras ao ataque de pragas e sobretudo de doenças, que reduzem a qualidade de frutos produzidos (DANTAS; OLIVEIRA, 2009).

A cultura de mamão pode ser afetada por várias doenças, com destaque para as viroses que podem levar à destruição total das plantações e chegam a provocar mudanças constantes das zonas produtoras, fazendo com que cada vez mais regiões de cultivo sejam abandonadas. As principais viroses são a

mancha anelar (Papaya ringspot virus - PRSV) e a meleira (Papaya meleira virus - PMeV) (LIMA et al., 2001; MEISSNER FILHO et al., 2018). Entre as doenças de origem fúngica, a varíola ou pinta preta (*Asperisporium caricae* (Speg.) Maubl.), a podridão do pé e dos frutos (*Phytophthora palmivora* (Butler) Butler) e a antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz), causam grandes prejuízos no mamoeiro, além de restringir a exportação de frutos *in natura* e diminuir a remuneração no mercado interno (REZENDE; FANCELLI, 1997; QUIROZ et al., 2013).

O vírus da mancha anelar do mamoeiro (PRSV) é um dos principais responsáveis pela perda anual de milhões de plantas de mamão (HAMIN, et al., 2018), e o Brasil possui legislação fitossanitária que determina a erradicação constante das plantas de mamoeiro que apresentem infecção pelo vírus. De acordo com Meissner Filho et al. (2000); Gonsalves et al. (2007), o PRSV produz nas plantas infectadas sintomas de clareamento das nervuras, mosaico, distorção das folhas jovens, estrias nos pecíolos, manchas em formato de anéis nos frutos, redução de produção e da qualidade dos frutos produzidos.

O PRSV é transmitido na natureza por vários afídeos de forma não-circulativa, o que faz com que ele seja prontamente e eficientemente transmitido após o afídeo picar as plantas de mamoeiro. O mamoeiro é a principal espécie hospedeira do vírus, mas ele pode também infectar curcubitáceas e chenopodiáceas (MEISSNER FILHO et al., 2000; GONSALVES et al., 2007; MEISSNER FILHO et al., 2018).

Há relatos de resistência para o PRSV em espécies da família do mamoeiro no gênero *Vasconcellea*, mas tem sido difícil obter híbridos com espécies do gênero *Carica* (SUDHA et al., 2013). No entanto, mais recentemente, os pesquisadores têm conseguido superar as barreiras genéticas entre diferentes gêneros e obtido híbridos de mamoeiro resistentes ao vírus (DINESH et al., 2007; SIAR et al., 2011; SUDHA et al., 2013).

Outro vírus que tem provocado sérios prejuízos à cultura do mamoeiro, podendo ocasionar perda total do pomar é o Papaya Meleira Virus – PMeV, causador da meleira ou Papaya Sticky Disease (PSD) (ZAMBOLIM et al., 2003). Essa virose é caracterizada por uma exsudação espontânea de látex dos frutos e dos pecíolos e nervuras das folhas no período após o

florescimento. O látex oxida em contato com o ar e se acumula como uma substância pegajosa na planta, causando a queima das extremidades das folhas e além disso provoca manchas na casca e na polpa dos frutos, tornando-os imprestáveis para o comércio, o que termina por prejudicar a comercialização, uma vez que são observadas alterações no sabor e consistência do fruto (VENTURA et al., 2004; SOARES et al., 2017).

Essa virose ocorre no Brasil e no México, que são dois dos principais países produtores de mamão. O controle da meleira consiste principalmente por medidas integradas, como a eliminação de plantas infectadas, instalação de pomares e viveiros distantes de áreas com histórico da doença, não coletar sementes de plantios infectados, realização de inspeções semanais e eliminação de fontes de inóculo nos pomares (VENTURA et al., 2004; BRITO et al., 2012.)

As doenças de origem fúngica, também, podem causar perdas severas. A varíola ou pinta-preta causado pelo fungo *Asperisporium caricae*, é uma das enfermidades mais comuns em pomares de mamão e provoca manchas enegrecidas nas folhas e nos frutos, que afetam a aparência do produto acabado e depreciam o seu valor de mercado (BARRETO et al., 2011; REZENDE e FANCELLI, 2016). De acordo com Ventura et al. (2004) e Dianese et al. (2007), essas lesões causadas pelo patógeno também podem facilitar à entrada de outros fungos de pós-colheita, como o *Colletotrichum gloeosporioides*, causador da antracnose em frutos de mamão. De ocorrência bastante comum, ele causa nos frutos lesões aprofundadas que evoluem para uma podridão mole, recobertas pelo micélio do fungo (DANTAS et al., 2018). Entre outras doenças fúngicas, têm-se também a podridão peduncular, causada por um complexo de fungos, entre eles *Colletotrichum*, *Phomopsis*, *Phoma* e *Fusarium* (SUZUKI et al., 2007).

Um dos principais patógenos que provocam doenças nas fases de pré e pós colheita na cultura do mamoeiro é a podridão do pé e dos frutos, causada pelo oomiceto *Phytophthora palmivora* (ONIHA; EGWARI, 2015). A doença se caracteriza pelo amarelecimento de folhas, queda prematura de frutos, murcha do topo, tombamento e morte das plantas atacadas (LIMA et al., 2003). De acordo com Oliveira et al. (1999), o fruto verde é mais resistente, porém pode ser afetado caso a infecção apareça no caule, próximo ao pedúnculo

adjacente. Neste caso, o fruto fica enrugado e cai no solo, liberando esporos. Nos frutos maduros observa-se uma podridão em que os tecidos ficam consistentes, recobertos por um micélio aéreo e cotonoso (CARNAÚBA et al., 2006).

Podridões do pé e de fruto de mamoeiro

O agente causal da podridão pertence ao gênero *Phytophthora* (Reino *Straminipila*, Filo *Oomycota*, Classe *Oomycetes*, Ordem *Pythiales*, Família *Pythiaceae*), assim como diversos outros oomicetos, são também conhecidos como pseudofungos, pois possuem algumas características que os diferem dos fungos verdadeiros, como: parede celular composta de celulose, micélio diploide na maior parte do ciclo de vida, presença de centríolos, produção de esporos biflagelados tendo pelos em um dos flagelos, diferenças na sequência de DNA, entre outras (ALEXOPOULOS et al., 1996; LUZ; MATSUOKA, 2001; SCHUMANN; D" ARCY, 2006).

Estes fitopatógenos são polípagos, cosmopolitas e causam diferentes manifestações de doenças como tombamento, podridão de raízes, cancrios, necroses e queima foliar (LUZ et al, 2001). Diversas espécies vegetais são hospedeiras de *Phytophthora* spp., muitas das quais possuem grande importância econômica. O patógeno produz um micélio denso e cotonoso, com esporangióforos delgados, simples ou pouco ramificados. Estas estruturas são papiladas, caducas com pedicelos curtos em formatos ovoides a elipsoides (ERWIN; RIBEIRO, 1996).

A podridão do pé tem sido relatada em vários países, com grande intensidade em algumas localidades, o que pode acarretar grandes perdas, já que o fungo causa a morte das plantas. Oliveira et al. (1999), relatam que no Brasil, a doença está disseminada por quase todas as regiões produtoras, com o agravante de que as cultivares plantadas em larga escala não apresentam resistência contra essa enfermidade (LIMA et al., 2003). Na Austrália, em dois anos, cerca de oito mil plantas foram destruídas pela doença (OLIVEIRA et al., 1999). Essa doença também foi responsável por dizimar 181 mil plantas no Havaí em 1979, reduzindo a produção em até 35%. Ataques agressivos foram

também observados em países como Filipinas, Taiwan, Sri Lanka e Ilhas Canárias (CARNAÚBA et al., 2006).

Duas espécies de *Phytophthora* são citadas como causadoras de podridões em mamoeiro: *P. palmivora* Butler e *P. parasitica* Dastur. Nas sementeiras, a doença recebe o nome de “tombamento” ou *damping-off*.

Os sintomas são observados nas raízes e em toda a parte aérea da planta. Ao passo que ocorre o processo de infecção das raízes, concomitantemente ocorre o amarelecimento de folhas, assim como sua queda prematura e a de frutos, o que pode ocasionar muitas vezes a morte da planta (REZENDE; FANCELLI, 2016). Na base do caule, lesões aquosas podem ser observadas. Em épocas chuvosas, ou em cultivos irrigados por aspersão, essas lesões muitas vezes se encobrem de um crescimento micelial de cor branca em que há formação de numerosos esporângios do fungo. Posteriormente essas lesões se coalescem por todo o caule (SILVA, 2001).

Nos frutos a lesão se dá de forma semelhante à dos outros órgãos da planta. De acordo com Oliveira et al. (2014) os esporos germinam quando entram em contato com a água na superfície do fruto, iniciando o processo de infecção. Nestes casos, a quantidade de inóculo, umidade e a temperatura do ambiente também estão altamente ligados à disseminação e ocorrência da podridão, sobretudo em estações chuvosas, condições que ocasionam elevadas perdas de frutos nos pomares (VAWDREY et al., 2015).

No início da infecção frutos apresentam lesões circulares de aspecto úmido, que evoluem e apresentam um denso micélio do oomiceto, que possui aspecto cotonoso recobrendo a lesão (CARRERO et al., 2016).

Essa doença é muito comum em solos argilosos, mal drenados, e se desenvolve rapidamente em períodos de alta umidade e calor. O problema ainda é mais sério pelo fato de seu agente etiológico também utilizar cerca de 80 espécies como hospedeiras, incluindo os citros, o cacaueteiro, o coqueiro, a mamoneira, o abacaxizeiro e outras espécies de importância econômica (LUZ et al., 2001; FALEIRO et al., 2004; CARELLA et al., 2018). Taleb-Hossenkhan; Ibrahim (2015) consideram esse caráter polífago do fitopatógeno uma vantagem evolutiva e garante habilidades de persistência a longo prazo.

As condições do ambiente influenciam no período de sobrevivência do patógeno, podendo se estabelecer no solo, em restos de mamoeiro ou de

outros hospedeiros, haja vista sua natureza polífaga. Assim sendo, fatores como temperatura entre 25 °C e 30 °C, umidade relativa elevada, solos mal drenados, além de ferimentos, constituem as principais condições para que haja a infecção e o estabelecimento da doença. O principal agente disseminador é o vento, seguidos pela água de chuva ou de irrigação (FEICHTENBERG et al., 2005).

Ainda de acordo com os autores, os zoósporos e os esporângios sobrevivem em períodos curtos de tempo, porém os clamidósporos que são as estruturas de resistência, possibilitam a sobrevivência do microrganismo por longos períodos de tempo, até que as condições para seu crescimento sejam favoráveis. Daí ocorre a germinação dos esporângios e a liberação dos zoósporos, principais fontes de inóculo para infecção das plantas. Estas estruturas são móveis e que na presença de água livre no meio ganham mais mobilidade, o que aumenta a dispersão do patógeno e a severidade da doença.

A podridão das raízes e dos frutos do mamoeiro é considerada uma das principais doenças da cultura. As raízes de mamoeiro são mais suscetíveis, nos três primeiros meses após a germinação das sementes. No entanto, plantas de qualquer idade são susceptíveis especialmente quando ocorrem condições predisponentes como solo mal drenado e excesso de água de irrigação ou chuva (SILVA, 2001).

Atualmente as principais medidas utilizadas de controle para a podridão do pé referem-se à medidas de escape, exclusão e erradicação. De acordo com Vawdrey et al. (2015) e Ventura et al. (2004), recomenda-se que seja realizado um controle de forma integrada, de modo a evitar plantios em solos excessivamente argilosos, com problemas de drenagem e que se situem em regiões com alta pluviosidade. O plantio em camalhões, a subsolagem, tanto das linhas quanto entre linhas de plantio, e realização do cultivo em regiões onde não houve relatos de presença do patógeno, o uso de solo esterilizado para mudas e de sementes sadias e tratadas com fungicidas também reduzem a incidência da doença. Outra medida importante para se prevenir e reduzir a reprodução do oomiceto em casa de vegetação, está no uso de material orgânico e no enriquecimento do solo com microrganismos (VENTURA et al., 2004).

De acordo com (AGROFIT, 2018), a podridão dos frutos pode ser controlada com fungicidas. No controle químico, são utilizados principalmente o Clorotalonil, hidróxido de cobre, hidróxido de cobre + metalaxil-M e fosfonato de potássio (VAWDREY et al., 2015). Para Ventura et al. (2004), quando as condições são altamente favoráveis para a doença, deve-se pulverizar fungicidas à base de clorotalonil ou metalaxil de forma preventiva, direcionada para a região do colo das plantas, ou ainda para a coluna de frutos. A calda bordalesa, feita à base de sulfato de cobre, cal virgem e água também pode ser recomendada em casos de lesões pequenas e superficiais (FERNANDES et al., 2006).

Outros produtos com ingredientes ativos à base de cloridrato de propanocarbe, dimetomorfe e mandipropamida também são recomendados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para a cultura do mamoeiro (AGROFIT, 2018). Estes em sua maioria, possuem efeito protetor, mas também podem atuar como fungicidas sistêmicos.

No Brasil, os primeiros trabalhos para produção de híbridos resistentes à doença foram realizados por Sampaio et al. (1983), em Conceição do Almeida-BA, e resultaram na obtenção de genótipos com boa produção e resistência a *P. parasitica*, porém, com alguns defeitos agrônômicos.

Anos mais tarde, com o programa de melhoramento genético de mamão da Embrapa Mandioca e Fruticultura, foram obtidas algumas linhagens e híbridos tolerantes à algumas das principais doenças. A exploração do BAG-Mamão permitiu detectar em alguns acessos, diferentes níveis de resistência à *P. palmivora* (DANTAS et al. 2011).

REFERÊNCIAS

AGROFIT. Sistemas de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em 18/05/2018.

ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W.; BLACKWELL, M. **Introductory micology**. 4. ed. New York: John Wiley e Sons, Inc., 1996. 869 p.

ALICEWEB. Destino das exportações brasileiras de 2017. Disponível em:<<http://aliceweb.mdic.gov.br/>>. Acesso em 25/05/2018.

BADILLO, V. M. *Carica* L. vs. *Vasconcella* St. Hil. (*Caricaceae*): con la rehabilitacion de este ultimo. **Ernstia**, v.10, p.74–79, 2000.

BADILLO, V. M. *Carica* L. vs. *Vasconcella* St. Hil. (*Caricaceae*): con la rehabilitacion de este ultimo. **Ernstia**, v.10 p.70-72, 2002.

BARRETO, L. F.; SAVAN, P. A. L.; LIMA, L. L. de.; LODO, B. N. Avaliação de fungicidas no controle de *Asperisporium caricae* na cultura do mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, Volume Especial, p.399-403, Outubro 2011.

BRITO, D. P.; TUSSELL, R. T.; VELAZQUEZ, A. C.; RAMAYO, A. Q; GARCEZ, A. N.; MEX, R. M. First report of papaya meleira virus (PMeV) in Mexico. **African Journal of Biotechnology**, v.11, p.13564-13570, 2012.

CARELLA, P.; GOGLEVA, A.; TOMASELLI, M.; ALFS, C.; SCHORNACK, S. *Phytophthora palmivora* establishes tissue-specific intracellular infection structures in the earliest divergent land plant lineage. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.115, n.16, p.3846-3855, 2018.

CARDAMONE, C.; ALEO, A.; MAMMINA, C.; OLIVERI, G.; DI NOTO, A. M. Assessment of the microbiological quality of fresh produce on sale in Sicily,

Italy: preliminary results. **Journal of Biological Research-Thessaloniki**, v.22 n.1, p.1-6, 2015.

CARNAÚBA, J. P.; SOBRAL, M. F.; FURTADO, D. C. M.; SILVA, I. O.; SILVA, K. M. M.; AMORIM, E. P. R. *Phytophthora palmivora*, agente da podridão de raiz e frutos de mamoeiro no Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, p.134-135, 2006.

CARRERO, C.; CEDEÑO, L.; PINO, H.; QUINTERO, K. Primer reporte de *Phytophthora palmivora* causando podredumbre blanda en frutos de lechosa (*Carica papaya* L.) en Venezuela. **Agronomía & Ambiente**, v.32, n.2, p. 91-96, 2016.

CARVALHO, C.; KIST, B. B.; SANTOS, C. E.; TREICHEL, M.; FILTER, C. F. **Anuário Brasileiro de Fruticultura**. Santa Cruz do Sul, RS: Editora Gazeta. 2017. 88p.

CARVALHO, F. A. **Molecular phylogeny, biogeography and a monograph of the Papaya Family (Caricaceae) as an example of taxonomy in the electronic age**. Springer Spektrum, Munich, 2015. 147p.

COSMI, F. C.; ALVES, K. S.; MORAES, W. B.; VENTURA, J. A.; MORAES, S. P. C. B.; MORAES, W. B.; JESUS JÚNIOR, W. C. Análise epidemiológica da evolução temporal da meleira do mamoeiro. **Summa Phytopathologica**, v.43, n.4, p.303-309, 2017.

COSTA, A. F. S.; PACOVA, B. E. V. Caracterização de cultivares, estratégias e perspectivas do melhoramento genético do mamoeiro. In: MARTINS, D. S.; COSTA, A. F. S. (Ed.). **A cultura do mamão: tecnologia e produção**. Vitória-ES: INCAPER, 2003. cap. 3, p.59-102.

DAMASCENO JUNIOR, P. C. et al. Meiotic behavior of *Carica papaya* and *Vasconcellea monoica*. **Caryologia**, v.63, p.229-236, 2010.

DANTAS, A. M. de M.; NASCIMENTO, S. R. de C.; DA CRUZ, B. L. S.; SILVA, F. H. A. da; AMBRÓSIO, M. M. Q.; SENHOR, R. F. Alternative control of post-

harvest diseases in Tainung 1. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.48, n.1, p.29-35, Jan/Mar, 2018.

DANTAS, J. L. L.; LIMA, J. F. Seleção e recomendação de variedades de mamoeiro - avaliação de linhagens e híbridos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, p.617- 621, 2001.

DANTAS, J. L. L.; LUCENA, R. S.; VILAS BOAS, S. A. Avaliação agrônômica de linhagens e híbridos de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v.37, n.1, p.138-148, Março 2015.

DANTAS, J. L. L.; OLIVEIRA, E. J. **O melhoramento genético do mamoeiro: avanços, desafios e perspectivas**. In: I SIMPÓSIO NORDESTINO DE GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2009, Fortaleza - CE. O melhoramento genético no contexto atual. Fortaleza - CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. v.1, p.151-180.

DANTAS, J. L. L.; OLIVEIRA, E. J. de; PEREIRA, M. G.; CATTANEO, L. F. **Melhoramento genético do mamoeiro no Brasil**. In: SIMPÓSIO DO PAPAYA BRASILEIRO, 5., 2011, Porto Seguro - BA. Inovação e sustentabilidade: anais. Porto Seguro: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011. CD-ROM

DIANESE, A. C., BLUM, L. E. B., DUTRA, J. B., LOPES, L. F., SENA, M. C., FREITAS, L. F. & YAMANISHI, O. K. Reação de genótipos de mamoeiro à varíola e à podridão do pé. **Fitopatologia Brasileira** v.32, p.419-423, 2007.

DINESH, M.R., REKHA, A., RAVISHANKAR, K.S., PRAVEEN, K.S., SANTOS, H.L.C. Breaking the intergeneric crossing barrier in papaya using sucrose treatment. **Scientia Horticulturae**, v.114. p.33-36, 2007.

DINIZ, G. L.; SALES, G. N.; SOUSA, V. F. O.; ANDRADE, F. H. A.; SILVA, S. S. da; NOBRE, R. G. Produção de mudas de mamoeiro sob salinidade da água irrigação e adubação fosfatada. **Revista de Ciências Agrárias**, v.41, n.1, p.218-228, 2018.

ERWIN, D. C.; RIBEIRO, O. K. **Phytophthora diseases worldwide**. 1 ed. St. Paul, Minnesota: APS Press, 1996. 561p.

FALEIRO, F. G.; LUZ, E. D. M. N.; CERQUEIRA, A. O.; ROCHA, C. S. S.; DANTAS NETO, A.; FLORES, A. B.; BAHIA, R. C. S.; FALEIRO, A. S. G. Caracterização e diversidade genética de isolados de *Phytophthora* spp. Do cacauero com base em marcadores RAPD. **Fitopatologia Brasileira**, v.29, n.3, p.303-306, 2004.

FEICHTENBERG, E.; BASSANEZI, R. B.; SPÓSITO, M. B.; BELASQUE JR. J. Doenças do mamoeiro. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Eds). **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Ceres,. v.2, cap.28, p.458, 2005

FERNANDES, M. do C. A.; LEITE, E. C. B.; MOREIRA, V. E. **Defensivos alternativos: ferramenta para uma agricultura ecológica, não poluente, produtora de alimentos sadios**. Niterói: PESAGRO-RIO, 2006. 22p.

FERREGUETTI, G. A.; **Caliman 01 – O primeiro híbrido de mamão Formosa brasileiro**. IN: SIMPÓSIO PAPAYA BRASIL, 1, 2003, Vitória, ES. Anais... Vitória, ES: Incaper, Vitória, ES, 2003

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). The agricultural production. 2014 Disponível em: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>. Acessado em: 7 de Outubro de 2017.

GONSALVES, D.; SUZUKI, J. Y; TRIPATHS. I; FERREIRA, S.A. Papaya ringspot virus (Potyviridae). In: MAHY, B.W.J.; VAN REGENMORTEL M.H.V. (Eds.), **Encyclopedia of Virology**, 5 vols. Elsevier Ltd, Oxford, UK. 2007.

HAMIN, I.; BORTH, W. B.; MARQUEZ, J.; GREEN, J. C.; MELZER, M. J.; HU, J. S. Transgene-mediated resistance to Papaya ringspot virus: challenges and solutions. **Phytoparasitica**, v.46, n.1, 2018. DOI:[10.1007/s12600-017-0636-4](https://doi.org/10.1007/s12600-017-0636-4)

IBGE - Produção Agrícola Municipal, 2015. Disponível <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/calendario.php#1> consultado em 7 de Outubro de 2017.

LIMA, J. F.; OLIVEIRA, A. A. R.; DANTAS, J. L. .L. Reação de genótipos de mamoeiro à inoculação com *Phytophthora palmivora*. **Agronline**, 2003. Disponível em <http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=118>. Acesso em: outubro de 2017.

LIMA, J. F. de; PEIXOTO, C. P.; LEDO, C. A. S. Índices fisiológicos e crescimento inicial de mamoeiro (*Carica papaya* L.) em casa de vegetação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.5, p.1358-1363, set/out, 2007.

LIMA, P. C. C.; SOUZA, B. S.; FYFE, S. Influence of cut, packaging and storage temperature on physicochemical aspects of minimally processed *Carica papaya* cv. 'Formosa'. **Revista de Investigación Agraria y Ambiental**, v.9, n.1, Feb., 2018.

LIMA, R. C. A.; LIMA, J. A. A.; SOUZA JÚNIOR, M. T.; PIO-RIBEIRO, G.; ANDRADE, G. P. Etiologia e estratégias de controle de viroses do mamoeiro no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.26, n.4, p.689-702, 2001.

LORENCE D. H.; TORRES, C. R. *Carica cnidoscoloides* (sp. nov.) and sect. *Holostigma* (sect. nov) of *Caricaceae* from Southern Mexico. **Systematic Botany**, v.13, n.1, p.107-110, 1988.

LUCENA, R. S.; DANTAS, J. L. L. Divergência genética por meio de caracteres morfoagronômicos e de qualidade de frutos de linhagens e híbridos de mamoeiro. **Magistra**, v.27, n.1, p.101-109, 2015.

LUZ, E. D. M. N.; SANTOS, A. F. dos; MATSUOKA, K.; BEZERRA, J. L. **Doenças causadas por Phytophthora no Brasil**. Campinas: Livraria e Editora Rural, 2001. 757p.

LUZ, E. D. M. N.; MATSUOKA, K. Phytophthora: fungo, Protista ou chromista? 1ª ed. In: LUZ, E. D. M. N, SANTOS, A. F. dos, MATSUOKA, K.; BEZERRA, J. L. **Doenças causadas por Phytophthora no Brasil**. Campinas: Editora Rural, 2001, 757p.

LUZ, L. N. da; PEREIRA, M. G.; BARROS, F. R.; FERREGUETTI, G. A. Novos híbridos de mamoeiro avaliados nas condições de cultivo tradicional e no

semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.37, n.1, p.159-171, 2015.

MARTINS, D. S. **Papaya Brasil: mercado e inovações tecnológicas para o mamão**. Vitória-ES: INCAPER. 666 p. 2005.

MEISSNER FILHO, P. E.; BARBOSA, C. de J.; NASCIMENTO, A. S. do. Vírus. In: RITZINGER, C. H. S. P.; SOUZA, J. da S. (Org.). **Mamão – Fitossanidade**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical; Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 47-51.

MEISSNER FILHO, P. E.; SILVA, S. O.; OLIVEIRA, A. M. G. Panorama da cultura do mamoeiro no Brasil: principais problemas da cadeia produtiva. *Toda Fruta*, 2018. Disponível em: <http://www.todafruta.com.br/artigo-exclusivo-panorama-da-cultura-do-mamoeiro-no-brasil/>. Acesso em 29 de junho de 2018.

OLIVEIRA, A. A. R.; BARBOSA, C. J.; SANTOS FILHO, H. P.; MEISSNER FILHO, P. E. Doenças e seu controle. In: SANCHES, N. F.; DANTAS, J. L. L. (Coord.). **O cultivo do mamão**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1999. p.44-45. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Circular Técnica, 34).

OLIVEIRA, E. J. de; COSTA, J. L.; SANTOS, L. F. dos; CARVALHO, F. M.; SILVA, A. S.; DANTAS, J. L. L. Molecular characterization of papaya genotypes using AFLP markers. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p.849-858, 2011.

ONIHA, M.; EGWARI, L. Fruit, leaf and stem diseases of *Carica papaya* L. **Agriculture & Food**, v.5, p.398-407, 2015.

QUIROZ, M. L. S.; BAUTISTA, I. M.; RIVERA, J. A. M.; MEDINA, J. de la C.; GUERRERO, O. A.; RÍOS, O. G. Aislamiento, identificación y sensibilidad a antifúngicos de hongos fitopatógenos de papaya cv. Maradol (*Carica papaya* L.). **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v.14, n.2, p.115-124, 2013.

REIS, R. C.; VIANA, E. S.; JESUS, J. L.; DANTAS, J. L. L.; LUCENA, R. S. Caracterização físico-química de frutos de novos híbridos e linhagens de mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, n.3, p.210-217, 2015.

REZENDE, J. A. M.; FANCELLI, M. L. Doenças do Mamoeiro. In: L. AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO L. E. A. **Manual de Fitopatologia, Vol. 2, Doenças de plantas cultivadas 5ª Edição**. São Paulo: Agronômicas Ceres, 2016, 820 p

RUGGIERO, C.; MARIN, S.L.; DDURIGAN, J.F. Mamão, uma história de sucesso. **Revista Brasileira de Fruticultura, volume especial**, p.76-82, 2011.

SÁ, V. S.; BRITO, M. E. B.; MELO, A. S.; ANTÔNIO NETO, P.; FERNANDES, P. D. & FERREIRA, I. B. Produção de mudas de mamoeiro irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.10, p.1047-1054, 2013.

SAMPAIO, H. S. de V.; LUNA, J. V. U.; SAMPAIO, L. S. de V. Comportamento de linhas endógamas de mamão (*Carica papaya* L.) e seus híbridos, em solo infestado com *Phytophthora* sp. **Magistra**, v.1, p.36-45, 1983.

SANTOS, D. B. dos; COELHO, E. F.; SIMÕES, W. L.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; COELHO FILHO, M. A.; BATISTA, R. O. Influência do balanço de sais sobre o crescimento inicial e aspectos fisiológicos de mamoeiro. **Magistra**, Cruz das Almas – BA, v. 27, n.1, p.44-53, Jan/Mar, 2015.

SCHUMANN, G. L.; D'ARCY, C. J. **Essential Plant Pathology**. St. Paul: APS Press, 2006. 338 p.

SERRANO, L. A. L.; CATTANEO, L. F. O cultivo do mamoeiro no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.3, p.657-959, 2010.

SIAR, S. V.; BELIGAN, G. A.; SAJISE, A. J. C.; VILLEGAS, V. N.; DREW, R. A. Papaya Ringspot Virus resistance in *Carica papaya* via introgression from *Vasconcellea quercifolia*. **Euphytica**, v.181, p.159-168, 2011.

SILVA, G. S. Podridão das raízes e dos frutos do mamoeiro. In: LUZ, E. D. M. N.; SANTOS, A. F.; MATSUOKA, K.; BEZERRA, L. J. **Doenças causadas por *Phytophthora* no Brasil**. Livraria e Editora Rural. 2001, p. 413-432.

SOARES, E. de A.; WERTH, E. G.; MADROÑERO, L. J.; VENTURA, J. A.; RODRIGUES, S. P.; HICKS, L. M.; FERNANDES, P. M. B. Label-free quantitative proteomic analysis of pre-flowering PMeV-infected *Carica papaya* L. **Journal of Proteomics**, v.151, p.275-283, 2017.

SOUSA, P. G. R.; SOUSA, J. de P. F. de; SOUSA, A. M.; COSTA, R. N. T. Produtividade do mamoeiro cultivado sob aplicação de cinzas vegetais e bagana de carnaúba. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.11, n.1, p.1201-1212, Jan - Fev, 2017.

SUDHA, R., BALAMOCHANB, T. N., SOORIANATHASUNDARAMC, K., MANIVANNAND, N., RABINDRANE, R. Evaluation of F2 intergeneric population of papaya (*Carica papaya* L.) for resistance to papaya ringspot virus (PRSV). **Scientia Horticulturae**, v.158, p.68–74, 2013.

SUZUKI, M. S.; ZAMBOLIM, L.; LIBERATO, J. R. Progresso de doenças fúngicas e correlação com variáveis climáticas em mamoeiro. **Summa Phytopathologica**, v.33, n.2, p.167-177, 2007.

TALEB-HOSSENKHAN, N.; IBRAHIM, A. Pathogenic Fitness, Metalaxyl Sensitivity and Isozyme Analysis of *Phytophthora infestans* Isolates from Mauritius. **Plant Pathology Journal** v.14, n.3, p.113-122, 2015.

TRINDADE, A. V. **Mamão Produção: Aspectos Técnicos**. Brasília-DF: Embrapa, 2000. 74 p.

VAN DROOGENBROECK, B.; BREYNE, P.; GOTGHEBEUR, P.; ROMEIJN-PEETERS, E.; KYNDT, T.; GHEYSEN, G. AFLP analysis of genetic relationships among papaya and its wild relatives (*Caricaceae*) from Ecuador. **Theoretical and Applied Genetics**, v.105, p.289-297, 2002.

VAWDREY, L. L.; MALE, M.; GRICE, K. R. E. Field and laboratory evaluation of fungicides for the control of Phytophthora fruit rot of papaya in far north Queensland, Australia. **Crop Protection**, v.67, p.116-120, 2015.

VENTURA J. A., COSTA H., TATAGIBA J. S. Papaya Diseases and Integrated Control. In: Naqvi S. A. M. H. (eds). **Diseases of Fruits and Vegetables: Volume II**. Springer, Dordrecht. 2004. 686p.

ZAMBOLIM, E. M.; ALONSO, S. K.; MATSUOKA, K.; DE CARVALHO, M.G.; ZERBINI, F. M. Purification and some properties of papaya meleira virus, a novel virus infecting papayas in Brazil. **Plant Pathology**, v.52, p.389-394, 2003.

ZUBIOLLO, C.; RODRIGUES, M. A. S.; OLIVEIRA, M. C.; AQUINO, L. C. L.; NUNES, M. L.; CASTRO, A. A. Estudo do desenvolvimento de bebida láctea funcional com adição de polpa de mamão e aveia. **Scientia Plena**, v.8, n.3, p.1-7, 2012.

ARTIGO 1

RESISTÊNCIA DE FRUTOS DE MAMOEIRO À *Phytophthora palmivora*

¹Artigo a ser ajustado para posterior submissão ao Comitê Editorial do periódico científico Pesquisa Agropecuária Tropical

RESISTÊNCIA DE FRUTOS DE MAMOEIRO À *Phytophthora palmivora*

Resumo: O mamoeiro, *Carica papaya* L., é uma das principais fruteiras tropicais cultivadas no mundo com importância destacada no Brasil. No entanto, a qualidade dos frutos é severamente comprometida pela ocorrência de diversas doenças, como as causadas por oomicetos com destaque para a podridão do pé, provocada pelo *Phytophthora palmivora* (Butler) Butler. Com o objetivo de identificar fontes de resistência à podridão do pé nos frutos para futuramente obter cultivares resistentes, realizou-se esse trabalho em que foram avaliados acessos de mamoeiro, oriundos do Banco Ativo de Germoplasma de Mamão (BAG-Mamão) da Embrapa Mandioca e Fruticultura. O trabalho foi conduzido no laboratório de Fitopatologia da Embrapa, onde foram avaliados 52 acessos de mamoeiro inoculados com *P. palmivora*, isolado 1057, proveniente do Centro de Pesquisa do Cacau – CEPEC. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 52 tratamentos (acessos) e cinco repetições, sendo a parcela experimental composta por um único fruto. A inoculação foi realizada por meio do contato de disco de 5 mm de meio de cultura contendo esporos de *P. palmivora*, posicionado sobre ferimentos realizados na superfície do fruto. Os frutos foram colocados em câmara úmida por 48 horas. Sete dias após à inoculação, as lesões foram fotografadas, obtendo-se a porcentagem de área lesionada por meio do software APS Assess 2.0. As médias de área lesionada foram submetidas à análise de agrupamento. Todos os acessos estudados apresentaram lesões mediante à inoculação com *P. palmivora*. Observou-se grande variabilidade no BAG-Mamão em relação à resistência à *P. palmivora* em diferentes níveis. O grupo dos materiais resistentes foi formado pelos acessos CMF017, CMF026, CMF078, CMF133, CMF024, CMF004, CMF075 e pela cultivar Sunrise pois apresentaram as menores porcentagens de área lesionada. Verificou-se que os acessos do grupo Formosa foram, de uma forma geral, menos suscetíveis que os pertencentes ao grupo Solo.

Palavras chave: germoplasma, *Carica papaya* L., patogenicidade, lesões.

RESISTANCE OF PAPAYA FRUITS TO *Phytophthora palmivora*

Abstract: Papaya, *Carica papaya* L., is one of the main tropical fruit trees cultivated in the world with outstanding importance in Brazil. However, fruit quality is severely compromised by the occurrence of various diseases, such as those caused by oomycetes, especially foot rot, caused by *Phytophthora palmivora* (Butler) Butler. In order to identify fruit rot resistance sources, in order to obtain resistant cultivars in the future, we carried out this work to evaluate accessions of papaya belonging the Papaya's Germplasm Active Bank at Embrapa Mandioca e Fruticultura. The research took place at Embrapa phytopathology laboratory, where 52 accessions of papaya inoculated with 10⁵ of the pathogen from the Centro de Pesquisa do Cacau - CEPEC. The experimental design was completely randomized with 52 treatments (accessions) and five replicates, being an experimental plot made by a single fruit. The inoculation was carried out by means of the 5 mm disk of the culture medium containing spores of *P. palmivora*, placed on a wound made in the fruit. The fruits were then placed in a humid chamber for 48 hours. Seven days after inoculation, the lesions were photographed, to access injured area percentage through APS Assess 2.0 software. The averages of the injured area were submitted to cluster analysis. All studied accessions presented lesions due to inoculation with *P. palmivora*. Large variability was observed in BAG-Mamão regarding *P. palmivora* resistance at different levels. The group of resistant materials was formed by the accessions CMF017, CMF026, CMF078, CMF133, CMF024, CMF004, CMF075 and by the Sunrise cultivar for presenting lower percentages of injured area. It was verified that the accessions of the Formosa group were in general, less susceptible than those belonging to the Solo group.

Key words: germplasm, *Carica papaya* L., pathogenicity, injuries.

INTRODUÇÃO

O mamoeiro apresenta grande importância no Brasil, segundo maior produtor mundial, responsável por quase 11% da produção global de mamão, além de ser um grande exportador de frutos (ALICEWEB, 2017; CARVALHO et al., 2017; FAO, 2017, IBGE-PAM, 2017).

A qualidade do mamão produzida nas principais regiões produtoras do país é severamente comprometida pela ocorrência de diversas pragas como as causadas por oomicetos com destaque para a podridão do pé, provocada pelo *Phytophthora palmivora* (Butler) Butler (OLIVEIRA et al., 1999; SANTOS et al., 2014; COSMI et al., 2017). A doença tem sido relatada em vários países e pode causar a morte das plantas, o que prejudica o cultivo, além de restringir o comércio de frutos *in natura* e diminuir a remuneração no mercado interno (LIMA et al., 2003; CARNAÚBA et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2014; ONIHA; EGWARI, 2015).

Na podridão do pé, as plantas atacadas apresentam amarelecimento de folhas, queda prematura de frutos, murcha do topo, tombamento e morte da planta (LIMA et al., 2003; REZENDE; FANCELLI, 2016). O fruto verde é mais resistente, porém pode ser afetado caso a infecção apareça no caule, próximo ao pedúnculo adjacente. Neste caso, o fruto fica enrugado e cai no solo, liberando esporos do patógeno. Nos frutos maduros observa-se uma podridão em que os tecidos ficam consistentes, recobertos por um micélio aéreo e cotonoso (OLIVEIRA et al., 1999; CARNAÚBA et al., 2006).

De acordo com Oliveira et al. (2014) os esporos germinam quando entram em contato com a água na superfície do fruto, iniciando o processo de infecção. Nestes casos, a quantidade de inóculo, umidade e a temperatura do ambiente também estão altamente ligados à disseminação e ocorrência da podridão, sobretudo em estações chuvosas, condições que ocasionam elevadas perdas de frutos nos pomares (VAWDREY et al., 2015).

Carrero et al. (2015) relatam que nos frutos a ocorrência da doença se dá de forma semelhante aos outros órgãos da planta. No início da infecção frutos apresentam lesões circulares de aspecto úmido, que evoluem e apresentam um denso micélio do oomiceto, que possui aspecto cotonoso recoberto a lesão.

Por consistir numa doença de pré e pós-colheita, as condições do ambiente influenciam no período de sobrevivência do patógeno, assim sendo, fatores como temperatura entre 25 °C e 30 °C, umidade relativa elevada, solos mal drenados, excesso de chuvas, constituem as principais condições para que haja a infecção e o estabelecimento da doença (FEICHTENBERG et al., 2005; ONIHA; EGWARI, 2015). Do mesmo modo, condições inadequadas na etapa de pós-colheita como ocorrência de ferimentos na planta e nos frutos favorecem a entrada da doença (OLIVEIRA et al., 2014).

Atualmente as principais medidas utilizadas de controle para podridão do pé pelos agricultores referem-se ao controle químico por meio de produtos à base de cloridrato de propanocarbe, dimetomorfe e mandipropamida, recomendados pelo MAPA para a cultura do mamoeiro (AGROFIT, 2018). São utilizados também fungicidas à base de hidróxido de cobre, Clorotalonil e Metalaxil (VAWDREY et al., 2015).

Outra medida utilizada é a erradicação das plantas com sintomas, bem como aquelas situadas ao seu redor (FARIA, 2009).

O desenvolvimento de cultivares resistentes às doenças é uma medida estratégica para a manutenção e aumento da competitividade do agronegócio do mamão (COSTA e PACOVA, 2003). Desse modo, a busca de genótipos de mamoeiro que possuem características agronômicas desejáveis em termos de produtividade, aliada às características de resistência às principais pragas como a podridão de *P. palmivora*, consiste em grande desafio para os melhoristas da cultura (DANTAS E OLIVEIRA, 2009).

Com o objetivo de identificar fontes de resistência à podridão do pé e, posteriormente obter cultivares resistentes, realizou-se esse trabalho avaliando-se acessos de mamoeiro, oriundos do BAG-Mamão da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção dos isolados

Cinco Isolados de *Phytophthora palmivora* foram cedidos pela coleção de *Phytophthora* Arnaldo Gomes Medeiros, situada no Centro de Pesquisa do

Cacau – Cepec, em Ilhéus-BA (Tabela 1). Os isolados (359, 361, 1056, 1057 e 1538) foram transportados em meio cenoura-ágar. Em seguida foram repicados no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Mandioca e Fruticultura para placas de Petri contendo meio de cultura cenoura-ágar e mantidos em incubadora BOD a 25 °C em ausência de luz (Figura 1).

Tabela 1 – Número de registro, substrato de coleta, local e ano de estoque das culturas de *Phytophthora palmivora* depositadas na coleção de *Phytophthora* Arnaldo Gomes Medeiros da Ceplac e repassada à Embrapa Mandioca e Fruticultura.

Número de Registro	Substrato	Local	Ano de estoque
1056	Rizosfera de mamoeiro	Eunápolis - BA	2007
1057	Rizosfera de mamoeiro	Nova Viçosa - BA	2007
359	Fruto de mamão	Mucuri - BA	2003
361	Raiz de mamoeiro	Itamaraju - BA	2003
1538	Rizosfera de mamoeiro	Mucuri - BA	2010

Ensaio de patogenicidade e virulência de *P. palmivora*

Foi realizado um ensaio prévio para verificar a patogenicidade dos cinco isolados provenientes do Cepec. Para tal, foram utilizados frutos oriundos do BAG-Mamão e o teste foi conduzido no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Mandioca e Fruticultura. Os frutos foram colhidos aleatoriamente no estágio dois de maturação, apresentando de 15% a 25% da casca amarelada ou ¼ maduro (RITZINGER; SOUZA, 2000). Os frutos foram lavados com sabão e água corrente e desinfestados superficialmente com solução de hipoclorito de

sódio (NaClO) a 0,5% e secos à temperatura ambiente. No total foram utilizados 20 frutos, com quatro repetições para cada isolado (Figura 1).



Figura 1 - Frutos posicionados sobre a bancada em câmara úmida para realização do teste de patogenicidade das cepas de *Phytophthora palmivora*.

A inoculação foi realizada por meio do contato de disco de 5 mm de meio de cultura contendo micélio de *Phytophthora palmivora*, posicionado sobre ferimentos feitos com um perfurador de alfinetes na superfície do fruto, que causava lesões com 0,3 cm de profundidade (Figura 2A). As culturas dos isolados de *P. palmivora* utilizadas continham estruturas do oomiceto com idade de dez dias após a repicagem. Em seguida, os frutos foram colocados em câmara úmida por um período de 48 h, em condições de ambiente no laboratório, com temperatura a $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 2B) (SILVA e DOIHARA, 2003).



Figura 2 - A) Inoculação de fruto de mamoeiro, com o contato de disco de meio de cultura contendo estruturas do patógeno (P – *Phytophthora*) e disco contendo apenas meio de cultura (T – Testemunha). B) Frutos sobre bancada em câmara úmida.

A câmara úmida, individualizada para cada fruto, consistia num saco plástico contendo em seu interior um chumaço de algodão umedecido com água destilada e esterilizada. Após o período de 48 h, os frutos foram retirados. O tratamento testemunha foi constituído pela colocação do disco do meio de cultura sobre o ferimento, sem estruturas do patógeno (Figura 2B).

Para comprovação da patogenicidade os frutos foram avaliados diariamente até o aparecimento dos sintomas da doença (Figura 3A). Para avaliação da agressividade dos cinco isolados, foi observada a área da lesão, por meio de fotografia, realizada aos cinco dias após retirada da câmara úmida (Figura 3B).



Figura 3 - A) Primeiras lesões da podridão de *Phytophthora* 78 horas após inoculação. B) Lesões em frutos de mamoeiro provocadas pelo isolado 1057 aos sete dias após inoculação.

Após a observação dos sintomas característicos de *P. palmivora* e a avaliação devidamente realizada, foram coletadas amostras de tecidos lesionados dos frutos, sendo o fungo posteriormente reisolados em placas de Petri contendo meio cenoura-ágar, seguindo os postulados de Koch e preservados pelo método de Castellani (1963) para estudos posteriores.

Dois isolados (359 e 1056) não apresentaram crescimento micelial e patogenicidade satisfatória. Optou-se portanto realizar um novo experimento com três isolados restantes (361, 1057 e 1538).

Ensaio para seleção do inóculo mais virulento

Para selecionar o isolado mais virulento para ser utilizado na avaliação definitiva dos acessos do BAG-Mamão, foi conduzido um experimento para avaliação dos três isolados do patógeno (*P. palmivora*) e frutos de 10 acessos de mamoeiro provenientes do BAG-Mamão (Tabela 2) no estágio 2 de maturação.

A inoculação dos isolados foi idêntica à metodologia usada no teste de patogenicidade anterior.

Tabela 2 – Código local, nome comum e grupo heterótico dos acessos de mamoeiro do BAG-Mamão da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

Cód. Local	Nome comum	Grupo heterótico
CMF005	Solo Linha IX	Grupo Solo
CMF006	Solmar	Solo linha x Maradol / Grupo Solo
CMF011	DCG440-3	Grupo Formosa
CMF082	Hortus Gold	Grupo Solo
CMF108	SEED546	Grupo Formosa
CMF232	Ouromel	Grupo Solo
CMF249	THB	Grupo Solo
CMF075	Galpão	Grupo Formosa
CMF070	S19	Grupo Formosa
CMFL78	Linhagem selecionada na Embrapa	Grupo Solo

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 10 x 3, com dez acessos e três isolados, com cinco repetições para cada isolado. A parcela experimental foi composta por um único fruto. Os dados de área total, área lesionada e porcentagem de área afetada pela lesão

de *Phytophthora* foram obtidos por meio do software APS Assess 2.0: Image Analysis Software for Plant Disease Quantification.

Para a análise estatística foi utilizado o programa R (R CORE TEAM, 2015), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey e Scott Knott a 5% de significância.

Avaliação dos 52 genótipos de mamoeiro para resistência à *Phytophthora palmivora*

Foram avaliados frutos de 52 acessos de mamoeiro provenientes do BAG-Mamão (Tabela 3) no estágio 2 de maturação. A severidade da podridão de *P. palmivora* foi avaliada de forma idêntica à metodologia usada nos testes de patogenicidade anteriores.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 52 tratamentos (acessos de mamoeiro) e um isolado de *P. palmivora*, selecionado no experimento anterior, com cinco repetições para cada genótipo e a parcela experimental composta por um único fruto.

Tabela 3 – Código local, instituição doadora e/ou local de coleta, país de origem e grupo heterótico dos acessos de mamoeiro avaliados do BAG-Mamão da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

Cód. Local	Instituição	País de Origem	Grupo heterótico
CMF002	Cenargen	Costa Rica	Formosa
CMF004	Cenargen	Havaí	Formosa
CMF005	Cenargen	Havaí	Solo
CMF006	Cenargen	Havaí	Solo
CMF011	Cenargen	Costa Rica	Formosa
CMF015	Cenargen	Malásia	Formosa
CMF017	Cenargen	Taiwan	Formosa
CMF023	Cenargen	Malásia	Formosa
CMF024	EBDA	Taiwan	Formosa
CMF026	EBDA	Taiwan	Formosa
CMF044	EBDA	Brasil	Formosa
CMF050	EBDA	Brasil	Solo
CMF065	EBDA	Brasil	Solo
CMF070	EBDA	Brasil	Formosa
CMF075	EBDA	Brasil	Formosa
CMF078	Faz. Silva Linhares	Brasil	Solo

Continua...

Cód. Local	Instituição	País de Origem	Grupo heterótico
CMF082	University of KwaZulu-Natal	África do Sul	Solo
CMF087	Kapoho, Hawaii	EUA (Hawaii)	Solo
CMF090	Kapoho, Hawaii	EUA (Hawaii)	Solo
CMF108	África do Sul	África do Sul	Formosa
CMF115	África do Sul	África do Sul	Formosa
CMF123	Cenargen	Tailândia	Solo
CMF128	Embrapa Amazônia	Brasil	Solo
CMF130	Bahia	Brasil	Solo
CMF131	Cenargen	EUA (Hawaii)	Formosa
CMF132	Cenargen	EUA (Hawaii)	Formosa
CMF133	Cenargen	Brasil	Formosa
CMF139	Sergipe	Brasil	Formosa
CMF142	Sergipe	Brasil	Formosa
CMF145	Sergipe	Brasil	Formosa
CMF150	Teixeira de Freitas - BA	Brasil	Solo
CMF152	Bahia	Brasil	Formosa
CMF154	Bahia	Brasil	Formosa
CMF165	Mato Grosso	Brasil	Formosa
CMF184	Cenargen	Brasil	Solo
CMF207	Cenargen	Brasil	Formosa
CMF232	Faz. Palmares	Brasil	Solo
CMF233	Faz. Bello Fruit	Brasil	Formosa
CMF246	Lençóis - BA	Brasil	Solo
CMF250	Eunápolis - BA	Brasil	Solo
CMF251	Ribeira do Pombal- BA	Brasil	Formosa
CMF252	Cruz das Almas - BA	Brasil	Formosa
CMF256	Cruz das Almas - BA	Brasil	Solo
CMF L78	Embrapa - CNPMF	Brasil	Solo
GOLDEN	Embrapa - CNPMF	Brasil	Solo
RUBI	Embrapa - CNPMF	Brasil	Formosa
SUNRISE	Embrapa - CNPMF	EUA (Hawaii)	Solo
TAINUNG	Embrapa - CNPMF	Tailândia	Formosa
THB	Eunápolis - BA	Brasil	Solo
L78XL60	Embrapa - CNPMF	Brasil	Solo
L78XL83	Embrapa - CNPMF	Brasil	Solo
L78XL84	Embrapa - CNPMF	Brasil	Solo

Os dados de área total, área lesionada e porcentagem de área afetada pela lesão de *Phytophthora* foram obtidos por meio do software APS Assess 2.0: Image Analysis Software for Plant Disease Quantification. Os dados de porcentagem de área lesionada foram transformados em arco seno $\sqrt{x}/100$.

Com os dados de porcentagem de área lesionada foi realizada a análise de agrupamento dos genótipos, com o objetivo de separá- los em relação ao seu nível de resistência/suscetibilidade. Como medida de dissimilaridade, a partir dos dados padronizados utilizou-se a distância Euclidiana média e o método escolhido para o agrupamento dos genótipos foi o UPGMA (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*). As análises estatísticas foram feitas com o programa R versão 3.4 (R CORE TEAM, 2015), e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ensaio de patogenicidade e virulência de *P. palmivora*

Os isolados 361, 1538 e 1057 apresentaram resultados satisfatórios em termos de virulência, crescimento e esporulação. Como observado na análise de variância (Tabela 4), os tratamentos ou seus efeitos diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade, sendo altamente significativa a diferença entre os mesmos. Contudo, não foi verificada significância na interação isolados vs acessos de mamoeiro. Procedeu-se somente a análise dos efeitos dentro de cada fator separadamente. Os resíduos foram considerados normais de acordo com o teste de normalidade Shapiro-Wilk a 5% de significância.

Tabela 4 – Resumo do quadro de análise de variância para a variável porcentagem de área lesionada do experimento instalado em delineamento inteiramente casualizado, em que foram avaliados três isolados de *Phytophthora palmivora* e 10 acessos de mamoeiro com cinco repetições.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Isolados	2	16247	8123,4	20,6115	0,0000**
Acessos	9	20939	2326,6	5,9033	0,0000**
Isolados * Acessos	15	9392	521,8	1,3239	0,1850 ^{ns}
Resíduo	120	47294	394,1		
Total	149	93872			
CV(%):					56,89

** e ^{ns} significativo, pelo teste F a 1% e não significativo respectivamente.

O aparecimento dos sintomas da doença se mostrou semelhante para os três isolados, observando-se sintomas em todos os acessos. Apesar disso, o crescimento das lesões ocorreu de maneira bastante diferenciada. Para

alguns acessos, as lesões cresceram mais, principalmente após a retirada da câmara úmida até os sete dias após a inoculação, período em que houve a avaliação dos frutos, que já se encontravam maduros.

Independentemente, dos acessos avaliados, o isolado 1057 se mostrou o mais patogênico, por apresentar os maiores valores médios para porcentagem de área lesionada e foi diferente estatisticamente dos isolados 1538 e 361 (Tabela 5). As médias de área lesionada variaram de 48,10% para o mais virulento a 22,67% para o menos virulento.

Tabela 5 - Valores médios para a porcentagem de área lesionada de frutos do BAG-Mamão da Embrapa Mandioca e Fruticultura, inoculados com três isolados de *Phytophthora palmivora*¹.

Isolados	Médias
1057	48,10 a
1538	33,92 b
361	22,67 c

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

As variações na intensidade da virulência verificadas entre os isolados testados podem ser explicadas por diversos fatores ligados a fatores externos, como o local em que foram coletados e as diferenças de clima e solo das regiões de procedência. Alterações da agressividade também podem ser ocasionadas por fatores intrínsecos ao patógeno, no que se refere às discrepâncias interespecíficas ou entre isolados de uma mesma espécie, reflexo da diferença de suas características genéticas (PEREIRA et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2008).

Os dez genótipos estudados foram suscetíveis aos isolados do patógeno, porém a severidade das lesões nos frutos inoculados com o isolado 1057 foi estatisticamente superior às observadas naqueles inoculados com os demais isolados (1538 e 361) (Tabela 6). Todos os acessos avaliados apresentaram lesões, alguns em maior intensidade como os genótipos CMF232, CMF249, CMF011, CMF070, CMF005, CMF006 e CMFL-78, que pelo teste de Scott-Knott foram agrupados. As médias das lesões atingiram 52,47% para o acesso CMF232 e 46,25% para o acesso CMF249. Por outro lado, os genótipos CMF108, CMF082 e CMF075 foram os que apresentaram as menores porcentagens de área afetada pela doença e foram reunidos em outro grupo. O genótipo CMF075 apresentou a menor média para a área

lesionada, portanto, sendo considerado um dos acessos menos suscetíveis ao fitopatógeno.

Tabela 6 - Valores médios para porcentagem de área lesionada de dez acessos de mamoeiro inoculados com *Phytophthora palmivora*¹.

Acessos	Médias	Grupo
CMF232	52,47 a	Solo
CMF249	46,25 a	Solo
CMF011	41,32 a	Formosa
CMF070	39,42 a	Formosa
CMF006	38,78 a	Solo
CMF005	37,34 a	Solo
CMFL-78	36,12 a	Solo
CMF108	26,75 b	Formosa
CMF082	19,51 b	Solo
CMF075	11,00 b	Formosa

¹Médias seguidas de mesma letra pertencem ao mesmo grupo, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Avaliação dos 52 genótipos de mamoeiro para resistência à *Phytophthora palmivora*

No experimento com os 52 acessos, houve efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade para os acessos de mamoeiro, indicando existência de diferença entre eles (Tabela 7). Observou-se grande variabilidade nos acessos do BAG-Mamão da Embrapa Mandioca e Fruticultura, no que se refere à forma como cada genótipo se comporta quando inoculado com *P. palmivora*. De acordo com Koutsika-Sotiriou; Karagounis (2005), é indispensável se dispor de alta variabilidade para obter sucesso em programas de melhoramento genético, uma vez que essa característica fornece embasamento para as decisões a serem tomadas no programa.

Tabela 7 – Resumo do quadro de análise de variância para a variável porcentagem de área lesionada de 52 acessos de mamoeiro.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Acessos	51	7,4325	0,1457	4,383	0,0000**
Resíduo	208	6,9166	0,0332		
Total	259	14,3491			
CV(%):					26,96

** significativo, pelo teste F a 1% de significância.

Para a variável porcentagem de área lesionada foi realizada análise de agrupamento, utilizando a distância Euclidiana como medida de dissimilaridade e o método UPGMA para agrupar de forma hierárquica os 52 acessos de mamoeiro. De acordo com a matriz de dissimilaridade foi possível a formação de cinco grupos, considerando um valor de coeficiente de correlação cofenético igual a 0,78, o que pode ser observado no dendrograma (Figura 4). Foram constituídos cinco grupos classificados como: altamente suscetível (Grupo 1), suscetível (Grupo 4), medianamente suscetível (Grupo 5), medianamente resistente (Grupo 3) e resistente (Grupo 2).

Dentre os 52 genótipos avaliados, apenas oito foram considerados como resistentes à podridão do pé, sendo estes os acessos (CMF017, CMF026, CMF078, CMF133, CMF024, Sunrise, CMF004 e CMF075). Os frutos destes acessos apresentaram valores reduzidos de porcentagem de área afetada pela podridão, que variou de 18,08% a 25,59% da epiderme do fruto com sintomas da podridão (Figura 4, Tabela 8).

Outro grupo reuniu 14 acessos considerados como medianamente resistentes (CMF165, CMF090, CMF131, CMF050, CMF130, CMF154, CMF015, CMF139, CMF115, Rubi, CMF082, CMF044, CMF023 e CMF070). Observou-se neste grupo, frutos com até 32% de sua área superficial comprometida por lesões causadas pelo crescimento micelial e colonização por *P. Palmivora* (Figura 4, Tabela 8).

Outros 14 genótipos, considerados como medianamente suscetíveis foram: Tainung, L78XL84, CMF150, CMF142, CMF152, CMF123, CMF132, CMF184, CMF251, CMF002, CMF006, CMF108, CMF207 e CMFL78. Reuniram-se neste grupo os acessos que se situam entre aqueles que apresentaram algum traço de resistência e os considerados suscetíveis à doença. Os valores de área lesionada pelo oomiceto variaram de 33,6% a 46,8% da área do fruto, ou seja, lesões que comprometeram quase a metade da superfície dos frutos avaliados, sobretudo, para a linhagem L-78, considerada pela Embrapa Mandioca e Fruticultura como promissora em termos de produção e qualidade de frutos. Outro destaque deste grupo é o híbrido Tainung 01, que apresentou 33,3% de área lesionada, superior à variedade de polinização aberta Rubi, também pertencente a esse grupo, cuja área afetada pela lesão atingiu valor próximo à 30% (Figura 4, Tabela 8).

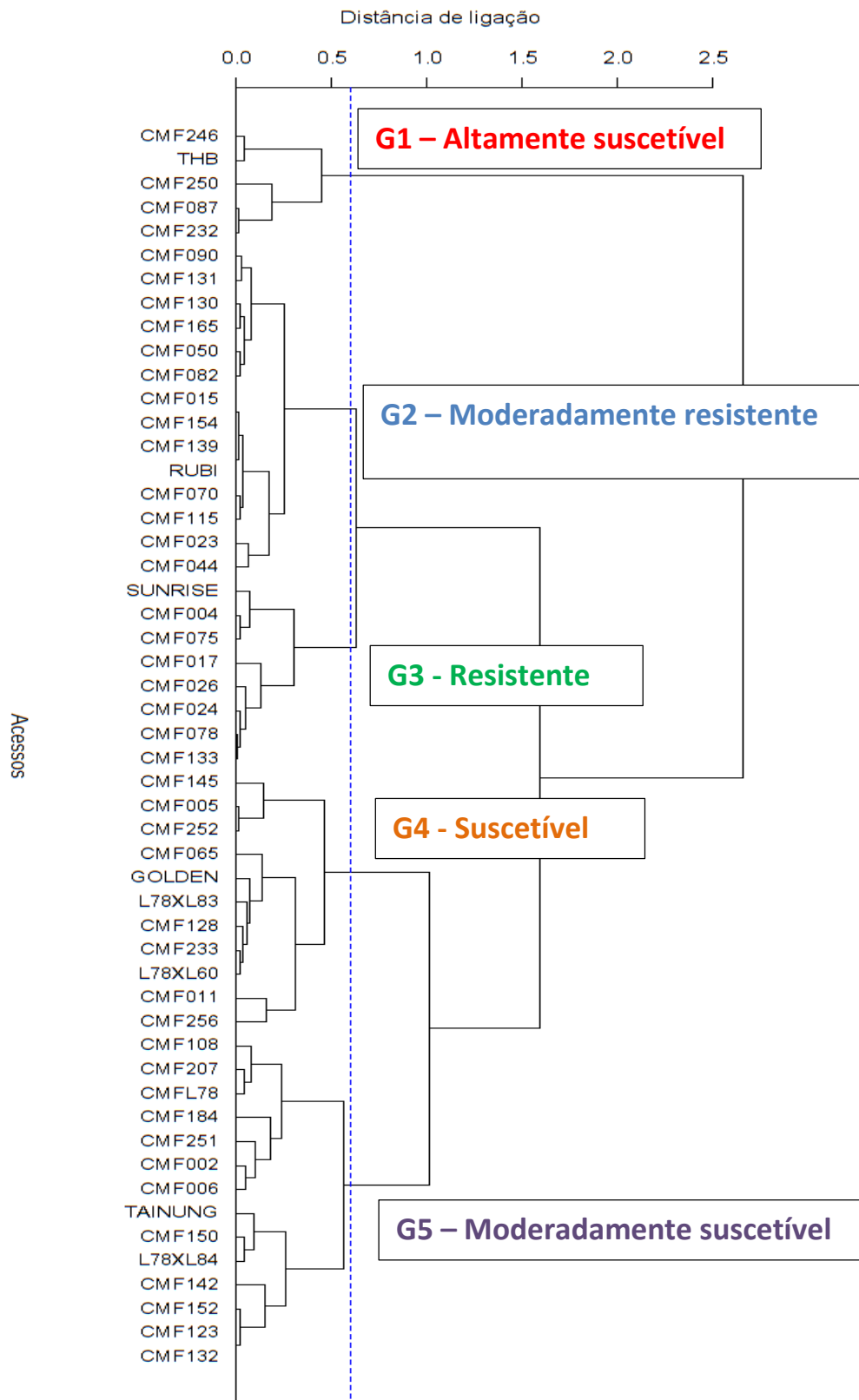


Figura 4. Dendrograma resultante da análise de 52 genótipos de mamoeiro (*Carica papaya* L.), com base na porcentagem de área lesionada causada por *P. palmivora* obtido pelo método de agrupamento UPGMA e utilizando a distância Euclidiana como medida de distância genética.

Tabela 8 - Relação dos acessos de mamoeiro avaliados do BAG-Mamão da Embrapa Mandioca e Fruticultura com suas respectivas porcentagens de área lesionada, grupo heterótico e nível de resistência¹.

Acessos	Área Lesionada (%)	Grupo heterótico	Nível de Resistência
CMF017	18,030	Formosa	R
CMF026	18,648	Formosa	R
CMF078	19,098	Solo	R
CMF133	19,284	Formosa	R
CMF024	19,448	Formosa	R
SUNRISE	22,556	Formosa	R
CMF004	23,516	Formosa	R
CMF075	25,596	Formosa	R
CMF165	25,666	Formosa	RM
CMF090	25,692	Solo	RM
CMF131	25,792	Formosa	RM
CMF050	26,872	Solo	RM
CMF130	27,496	Solo	RM
CMF154	28,268	Formosa	RM
CMF015	28,546	Formosa	RM
CMF139	28,548	Formosa	RM
CMF115	28,936	Formosa	RM
RUBI	29,150	Solo	RM
CMF082	29,874	Solo	RM
CMF044	30,300	Formosa	RM
CMF023	31,052	Formosa	RM
CMF070	32,524	Formosa	RM
TAINUNG	33,362	Solo	SM
L78XL84	34,700	Solo	SM
CMF150	34,734	Solo	SM
CMF142	36,238	Formosa	RM
CMF152	38,076	Formosa	SM
CMF123	38,412	Solo	SM
CMF132	38,658	Formosa	SM
CMF184	40,924	Solo	SM
CMF251	42,956	Solo	SM
CMF002	43,952	Formosa	SM
CMF006	44,036	Solo	SM
CMF108	45,142	Formosa	SM
CMF207	45,830	Formosa	SM
CMFL78	46,888	Solo	SM
CMF256	48,082	Formosa	S
CMF011	52,016	Formosa	S
L78XL83	52,208	Solo	S
L78XL60	52,262	Solo	S
CMF233	52,816	Formosa	S
CMF128	53,348	Solo	S

Continua...

Acessos	Área Lesionada (%)	Grupo heterótico	Nível de Resistência
GOLDEN	53,462	Solo	S
CMF065	54,728	Solo	S
CMF145	57,476	Formosa	S
CMF252	59,628	Formosa	S
CMF005	59,802	Solo	S
CMF250	67,028	Solo	AS
CMF087	70,588	Solo	AS
CMF232	70,764	Solo	AS
THB	74,420	Solo	AS
CMF246	75,224	Solo	AS

¹R: resistente; RM: resistência mediana; SM: suscetibilidade mediana; S: suscetível; AS: altamente suscetível.

A análise permitiu o agrupamento de acessos que foram considerados como suscetíveis à doença, por apresentarem acima da metade da área dos frutos avaliados recoberta por lesão. Os genótipos CMF256, CMF011, L78XL83, L78XL60, CMF233, CMF128, Golden, CMF065, CMF145, CMF252 e CMF005 foram agrupados e considerados suscetíveis, com médias de porcentagem de área do fruto afetada pela podridão, que variaram de 48,08% para o acesso CMF256 a 59,80% para o CMF005 (Figura 4, Tabela 8).

O grupo formado pelos acessos CMF087, CMF232, CMF246, CMF250 e THB foi considerado pela análise de agrupamento como altamente suscetível à doença, pois apresentou as maiores médias de porcentagem de área lesionadas em relação aos demais genótipos. Os valores médios variaram de 67% (CMF250) a 75,2% (CMF246), ou seja, quase a totalidade da epiderme dos frutos avaliados deste grupo estava lesionada pelo patógeno (Figura 4, Tabela 8).

De maneira geral, o surgimento das primeiras lesões teve início entre 48 h e 72 h após a inoculação, antes da retirada dos frutos da câmara úmida (Figura 5), período em que já se observava crescimento das estruturas do patógeno, o que corrobora os resultados observados por Dias et al. (2011), Entretanto, Lima et al. (2017) ao inocularem frutos com isolados de *P. Palmivora*, relataram que as primeiras lesões só apareceram aos quatro dias (98 horas) após à inoculação.

A condição de câmara úmida, além de evitar a perda de água dos frutos, proporciona um ambiente favorável ao desenvolvimento da doença

(CHITARRA, 2005), uma vez que a umidade garante a presença de água livre sobre a superfície do fruto. Agrios (2005), relata que a grande maioria dos fungos e oomicetos fitopatogênicos requer uma quantidade de água livre sobre a superfície do tecido hospedeiro para iniciar o processo de infecção, e a umidade é fator indispensável para o início do ciclo de infecção.



Figura 5- Início da infecção observada no acesso CMF011, 48 h depois da inoculação, após retirada da câmara úmida.

Assim como a umidade, a temperatura também se constitui num fator importante no crescimento micelial do patógeno estudado. As condições de temperatura do laboratório ($25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$) permitiram o adequado crescimento e esporulação de *P. palmivora* na superfície dos frutos de mamoeiro, como verificado em Silva (2001) e também em frutos de cacau, onde Luz e Campelo (1985), observaram que a temperatura ótima para o desenvolvimento deste oomiceto variou entre $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Os ferimentos facilitaram a entrada do patógeno no fruto e o processo de infecção foi iniciado, embora de acordo com Oliveira et al. (2016), oomicetos como *P. palmivora* penetram também através da superfície intacta da planta, por meio da degradação enzimática pela produção de cutinase.

Além disso, Oliveira et al. (2008) relataram que existe uma relação positiva entre a inoculação com disco de meio de cultura contendo estruturas de fitopatógenos e a área lesionada, pois de acordo com estes autores, esse tipo de inoculação é responsável por provocar maiores áreas de lesões em frutas. Este incremento está diretamente relacionado à maior densidade do patógeno, além da presença de fonte extra de substrato para o inóculo, que é justamente o meio nutriente no qual foi cultivado.

Todos os frutos dos acessos de mamoeiro estudados apresentaram, em diferentes níveis, suscetibilidade ao patógeno. Apesar da variabilidade encontrada, não foi possível observar nenhum acesso que fosse imune ao patógeno. Para os tratamentos controle, não foram observados sintomas da doença nem qualquer indício de lesão, o que corrobora com o trabalho de Tocafuldo (2008). Os sintomas da doença constituíram-se na formação de uma lesão úmida típica, de formato elipsoide irregular com podridão seca inicial, que evoluiu para lesões de aspecto cotonoso, cobertas pelo micélio do fungo, conforme descrito por Carnáuba et al. (2006) (Figura 6).



Figura 6 - Lesões causadas pelo isolado 1057 de *Phytophthora palmivora* em frutos inoculados. Observação aos sete dias após inoculação.

Pode-se afirmar que estes acessos, cujas médias de área lesionada foram as menores (CMF017, CMF026, CMF078, CMF133, CMF024, SUNRISE, CMF004 e CMF075) podem ser considerados genótipos resistentes ou com algum traço ou característica que lhes confere uma certa resistência à podridão de *P. palmivora* e por isso podem ser materiais promissores para serem utilizados em estratégias de melhoramento da cultura. Acessos que possuem suscetibilidade ou resistência intermediária podem apresentar esses traços de resistência, porém em menor intensidade e com incidência maior de sintomas. Com base no trabalho de Hammond-Kosack; Jones (2000), os sintomas ocorrem porque os mecanismos de defesa das plantas não conseguem

detectar em tempo hábil a presença do patógeno ou ativar seus mecanismos de defesa.

Do mesmo modo, esses mecanismos não são verificadas para os acessos considerados altamente suscetíveis. (Figura 7). Schwan-Estrada et al. (2008), afirmaram que a diferença entre resistência e suscetibilidade de uma planta, está na sua capacidade em reconhecer o patógeno invasor e ativar suas defesas de maneira rápida e efetiva, o que desencadeia diversos processos de expressão de resistência por meio da restrição do crescimento do microrganismo patogênico. Desse modo, a relação entre planta e patógeno para estes genótipos suscetíveis e altamente suscetíveis (CMF087, CMF232, CMF246, CMF250 e THB) é de alta compatibilidade, pois estes acessos não conseguiram manifestar características de resistência para a infecção por *P. palmivora*.



Figura 7 - Lesões provocadas pelo isolado 1057 de *Phytophthora palmivora*, de tamanho reduzido em frutos de mamoeiro do acesso CMF075 (A, B e C), e em maior tamanho no acesso CMF249 (THB) (D, E e F).

Silva (2014) em seu trabalho de avaliação de resistência de plantas enxertadas de mamoeiro, também identificou acessos considerados como resistentes, característica essa que pode ser explicada pela ocorrência de mecanismos que conferiram uma menor fragilidade do hospedeiro em relação

ao agente infeccioso, tais como espessura, lenhosidade da epiderme e características morfológicas da raiz. Este fato pode ser explicado por Pascholatti (1995), que considera a relação entre patógeno e hospedeiro como um sistema único e intimamente ligado às condições do meio ambiente, onde ocorre uma disputa pela sobrevivência entre dois organismos, que lançam mão de estruturas de ataque (patógeno) e de defesa (planta). A ausência ou baixa incidência de sintomas indicam uma resistência maior do hospedeiro, enquanto que a presença de sintomas significa suscetibilidade e vitória do patógeno (PASCHOLATTI, 1995).

Esses mecanismos de resistência de acordo com Zambolim; Ventura (1993); Dianese (2006) também são influenciados por fatores externos à planta, como o nutricional, que além de assegurar o crescimento, pode também influenciar, de forma secundária, modificações morfofisiológicas, composição e anatomia em relação ao espessamento das células da epiderme, lignificação e na produção de substâncias inibidoras e repelentes. Os compostos químicos como o látex e a papaína, presentes em maior quantidade em alguns acessos e principalmente em frutos verdes podem atuar como barreira física, estrutural ou bioquímica que atrasa ou diminui os processos infecciosos causados pelo oomiceto (DIANESE, 2006). Isso pode explicar os diferentes níveis de resistência verificados entre os 52 acessos avaliados.

Alguns autores relatam que o fruto verde é mais resistente à doença do que os frutos em processo de maturação ou maduros (OLIVEIRA et al., 1999; CARNAÚBA et al., 2006). Adicionalmente, com o avançar dos estádios de maturação ocorrem mudanças na superfície dos frutos, as quais são fatores chave na resistência ou suscetibilidade do hospedeiro aos fitopatógenos (OLIVEIRA et al., 2016). Isso significa que os mecanismos de resistência da planta já se encontram pré-formados e fazem parte da estrutura vegetal, no caso do látex e papaína ou podem ser pós-formados ou induzíveis de acordo a intensidade do ataque do patógeno, caso do acúmulo de lignina ou reação de hipersensibilidade (PASCHOLATTI; LEITE, 1994). A indução à resistência também é uma forma utilizada para o controle da podridão causada por *Phytophthora palmivora* em mamoeiro, por meio de indutores bióticos e abióticos (DIANESE et al. 2007; TAVARES et al. 2009). Estes produtos ao

atuarem no hospedeiro, induzem a produção e ativação de mecanismos de defesa, independente do genoma da planta.

Em relação aos grupos heteróticos do mamoeiro, foram observados acessos dos dois grupos em todos os níveis de suscetibilidade conforme a análise de agrupamento. Apesar disso, apenas a cultivar Sunrise foi considerada resistente no grupo Solo. O agrupamento para esta cultivar, se mostrou semelhante aos resultados observados em Lima et al. (2017), que afirmam que este genótipo apresentou menor área média de lesão nos frutos quando inoculados com *P. palmivora*, diferindo da maioria dos outros genótipos avaliados. O comportamento dessa cultivar corrobora com resultados obtidos por Mosqueda-Vázquez et al. (1981) que classificaram Sunrise como moderadamente resistente ao ataque de *P. palmivora*.

Sete dos oito acessos que foram classificados como resistentes pertencem ao grupo Formosa, embora existam também neste trabalho genótipos suscetíveis do mesmo grupo. Dianese et al. (2007), relataram a presença de genótipos do grupo Formosa suscetíveis à varíola e a podridão do pé em condições de campo e casa de vegetação. No entanto, dentre os genótipos avaliados pelos autores, dos dois grupos heteróticos, a maior parte destes que foram considerados resistentes para as duas doenças, pertenciam ao grupo Formosa, fato que foi observado neste experimento. Ainda segundo os autores, foi observado também que cultivares do grupo Formosa, como a Tailândia Roxão apresentaram uma menor suscetibilidade à podridão de *P. palmivora*, apesar de não terem boas características agrônomicas e de comércio, corroborando com Dianese (2006). Esse autor observou nesse genótipo, os resultados mais satisfatórios para varíola e *P. palmivora*, o que definiu essa variedade como promissora em programas de melhoramento genético visando a obtenção de cultivares menos suscetíveis à estas enfermidades.

Por outro lado, em se tratando de suscetibilidade, os acessos que apresentaram as maiores lesões e foram classificados como altamente suscetíveis, em sua maioria são do grupo heterótico Solo. Dianese et al. (2007), em trabalhos com os diferentes grupos heteróticos, verificaram que genótipos do grupo Solo foram suscetíveis à varíola (*Asperisporium caricae*) e à podridão do pé.

Tavares (2016), em avaliação da infestação de *Phytophthora palmivora* em solos de pomares de mamoeiros do grupo Solo e Formosa no estado da Bahia, identificou unidades formadoras de colônias (UFC) em ambos os grupos, não havendo diferenças significativas entre estes, porém tais colônias foram observadas em maior quantidade nas lavouras de cultivares do grupo Solo. Pode-se inferir com essa informação, que os grupos Solo e Formosa não produzem metabólitos que inibem o desenvolvimento do fitopatógeno e que, portanto, podem ser considerados suscetíveis para a região estudada, uma vez que estes grupos não possuem genes ligados ao mecanismo de resistência (DIANESE et al., 2007).

Alguns autores como Zhu et al. (2007), relatam que o mamoeiro possui uma resistência bastante limitada às podridões causadas por *Phytophthora palmivora*. Isso explica o fato do uso de fungicidas ainda ser o método primário utilizado pelos produtores para controlar esta doença. Essa situação poderia ser modificada mediante o uso de resistência varietal, a ser detectada no germoplasma e transferida a genótipos com características superiores. Apesar da identificação de fontes de resistência no germoplasma, é necessário ainda realização de avaliações e maiores investigações acerca dessas características, tanto em frutos como nas próprias plantas destes acessos, com o objetivo de conhecer melhor os genótipos antes de introduzi-los em programas de melhoramento.

CONCLUSÕES

Todos os frutos dos acessos estudados apresentam lesões mediante à inoculação com isolados de *Phytophthora palmivora* com destaque para o isolado 1057, que é o mais virulento em causar lesões nos frutos inoculados.

Observa-se grande variabilidade nos acessos do BAG-Mamão da Embrapa Mandioca e Fruticultura em relação à resistência à *P. palmivora*.

O grupo dos acessos resistentes ao fitopatógeno é formado pelos acessos CMF017, CMF026, CMF078, CMF133, CMF024, SUNRISE, CMF004 e CMF075.

Os acessos do grupo Formosa são em geral, menos suscetíveis que materiais pertencentes ao grupo Solo.

REFERÊNCIAS

- AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5th ed. San Diego: Academic Press, 2005. 922p.
- AGROFIT. Sistemas de agrotóxicos fitossanitários, 2018. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em 18/05/2018.
- ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W.; BLACKWELL, M. **Introductory micology**. 4. ed. New York: John Wiley e Sons, Inc., 1996. 869 p.
- ALICEWEB. Destino das exportações brasileiras de 2017. Disponível em:<<http://aliceweb.mdic.gov.br/>>. Acesso em 25/05/2018.
- CARNAÚBA, J. P.; SOBRAL, M. F.; FURTADO, D. C. M.; SILVA, I. O.; SILVA, K. M. M.; AMORIM, E. P. R. *Phytophthora palmivora*, agente da podridão de raiz e frutos de mamoeiro no Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, p.134-135, 2006.
- CARRERO, C.; CEDEÑO, L.; PINO, H.; QUINTERO, K. Primer reporte de *Phytophthora palmivora* causando podredumbre blanda en frutos de lechosa (*Carica papaya* L.) en Venezuela. **Agronomía & Ambiente**, v.32, n.2, p. 91-96, 2016.
- CARVALHO, C.; KIST, B. B.; SANTOS, C. E.; TREICHEL, M.; FILTER, C. F. **Anuário Brasileiro de Fruticultura**. Santa Cruz do Sul, RS: Editora Gazeta. 2017. 88p.
- CASTELLANI, A. The "water cultivation" of pathogenic fungi. **Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v.66, p.283-284, 1963.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. v.1, 785p.
- COSMI, F. C.; ALVES, K. S.; MORAES, W. B.; VENTURA, J. A.; MORAES, S. P. C. B.; MORAES, W. B.; JESUS JÚNIOR, W. C. Análise epidemiológica da

evolução temporal da meleira do mamoeiro. **Summa Phytopathologica**, v.43, n.4, p.303-309, 2017.

COSTA, A. F. S.; PACOVA, B. E. V. Caracterização de cultivares, estratégias e perspectivas do melhoramento genético do mamoeiro. In: MARTINS, D. S.; COSTA, A. F. S. **A cultura do mamão: tecnologia e produção**. Vitória-ES: Incaper, p.59-102, 2003.

DANTAS, J. L. L.; OLIVEIRA, E. J. O melhoramento genético do mamoeiro: avanços, desafios e perspectivas. In: I SIMPÓSIO NORDESTINO DE GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2009, Fortaleza - CE. O melhoramento genético no contexto atual. Fortaleza - CE: Embrapa Agroindústria Tropical, v.1. p.151-180, 2009.

DIANESE, A. de, C. **Variabilidade e controle de *Phytophthora palmivora* (podridão do pé) e controle da varíola (*Asperisporium caricae*) do mamoeiro (*Carica papaya*)**. 2006. 123 f., il. Tese (Doutorado em Fitopatologia). Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

DIANESE, A. C., BLUM, L. E. B., DUTRA, J. B., LOPES, L. F., SENA, M. C., FREITAS, L. F. & YAMANISHI, O. K. Reação de genótipos de mamoeiro à varíola e à podridão do pé. **Fitopatologia Brasileira** v.32, p.419-423, 2007.

DIANESE, A. C.; BLUM, L. E. B.; DUTRA, J. B.; LOPES, L. F.; SENA, M. C.; FREITAS, L. F.; YAMANICHI, O. K. Redução da Podridão do Pé (*Phytophthora palmivora*) do Mamoeiro (*Carica papaya* L.) por Fosfitos. **Fitopatologia Brasileira**, v.32, n.2, mar – abr, 2007.

DIANESE, A. C; BLUM, L. E. B.; DUTRA, J. B., LOPES. Aplicação de fosfito de potássio, cálcio ou magnésio para a redução da podridão do pé do mamoeiro em casa de vegetação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.8, p.2309-2314, Nov., 2009.

DIAS, F. P. M.; OLIVEIRA, V. J. D. S. de; LIMA, D. S. de; SANTOS FILHO, H. P.; DANTAS, J. L. L.; DANTAS, A. C. V. L. **Patogenicidade de cepas do Oomiceto *Phytophthora* spp. em mamão**. In: SIMPÓSIO DO PAPAYA

BRASILEIRO, 5, 2011, Porto Seguro. Inovação e sustentabilidade: anais. Porto Seguro: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011. 1 CD-ROM.

FARIA, A. R. N.; NORONHA, A. C. da S.; OLIVEIRA, A. A. R.; OLIVEIRA, A. M. G.; CARDOSO, C. E. L.; RITZINGER, C. H. S. P.; OLIVEIRA, E. J. de; COELHO, E. F.; SANTOS FILHO, H. P.; CRUZ, J. L.; OLIVEIRA, J. R. P.; DANTAS, J. L. L.; SOUZA, L. D.; OLIVEIRA, M. de A.; COELHO FILHO, M. A.; SANCHES, N. F.; MEISSNER FILHO, P. E.; MEDINA, V. M.; CORDEIRO, Z. J. M. **A cultura do mamão**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. 119 p. il.

FEICHTENBERG, E.; BASSANEZI, R. B.; SPÓSITO, M. B.; BELASQUE JR. J. Doenças do mamoeiro. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Eds). **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo:Ceres, v.2, cap. 28, p. 458, 2005.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). The agricultural production. 2014 Disponível em: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>. Acessado em: 7 de Outubro de 2017.

GUZMÁN, I. L.; CANTWELL, M.; BARRETT, D. M. Fresh-cut cantaloupe: effects of CaCl₂ dips and heat treatments on firmness and metabolic activity. **Postharvest Biology and Technology**, v.17, p.201-213, 1999.

HAMMOND-KOSACK, K.; JONES, J.D.G. Responses to plant pathogens. In: BUCHANAN, B.B.; GRUISSEM, W.; JONES, R.L. **Biochemistry & molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, p.1102-1156. 2000

IBGE - Produção Agrícola Municipal, 2015. Disponível <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/calendario.php#1> consultado em 7 de Outubro de 2017.

KOUTSIKA-SOTIRIOU, M. S.; KARAGOUNIS, C. H. A. Assessment of maize hybrids. **Maydica**, v.50, p.63-70, 2005.

LIMA, J. F.; OLIVEIRA, A. A. R.; DANTAS, J. L. L. Reação de genótipos de mamoeiro à inoculação com *Phytophthora palmivora*. **Agronline**, 2003. Disponível em <http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=118>. Acesso em: outubro de 2017.

LUZ, E. D. M. N.; CAMPELO, A. M. F. L. Dinâmica populacional de três espécies de *Phytophthora* na região cacauzeira da Bahia. **Fitopatologia Brasileira**, v.10, p.1-8, 1985.

MOSQUEDA-VAZQUEZ, R.; ARAGAKI, M.; NAKASONE, H. Y. Screening of *Carica papaya* L. seedlings for resistance to root rot caused by *Phytophthora Palmivora* Butl. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. Madison, v.106, n.4, p.484-487, 1981.

OLIVEIRA, A. A. R.; BARBOSA, C. J.; SANTOS FILHO, H. P.; MEISSNER FILHO, P. E. Doenças e seu controle. In: SANCHES, N. F.; DANTAS, J. L. L. (Coord.). **O cultivo do mamão**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p.44-45, 1999. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Circular Técnica, 34).

OLIVEIRA, S. M. A.; TERAPO, M.; DANTAS, S. A. F.; TAVARES, S. C. C. H. **Patologia pós-colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 855p.

OLIVEIRA, T. A. S. de. BLUM, L. E. B.; DUARTE, E. A. A.; CARVALHO, D. D. C.; LUZ, E. D. M. N. Severidade da podridão dos frutos de mamão em pós-colheita influenciada pelo tipo de inoculação e estágio de maturação. **Agrotropica**, v.28, n.2, p.159 – 168, 2016.

OLIVEIRA, T. A. S.; BLUM, L. E. B.; DUARTE, E. A. A.; TAVARES, G. M.; LUZ, E. D. M. N. Fatores epidemiológicos de *Phytophthora palmivora* afetando a severidade da podridão-dos-frutos do mamoeiro na pós-colheita. **Summa Phytopathologica**, v.40, n.3, p.256-263, 2014.

OLIVEIRA, T. A. S.; OLIVEIRA, S. M. A.; MICHEREFF, S. J.; CÂMARA, M. P. S.; COSTA, V. S. O.; LINS, S. R. O. Efeito do estágio de maturação, tipo de

inóculo e local de inoculação na severidade da podridão peduncular em manga. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, DF. v.33, n.6, p.409-414, 2008.

ONIHA, M.; EGWARI, L. Fruit, leaf and stem diseases of *Carica papaya* L. **Agriculture & Food** v.5, p.398-407, 2015.

PASCHOLATI, S. F. Fitopatógenos: Arsenal enzimático. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de Fitopatologia. Princípios e Conceitos**. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1995. v.1. 919p.

PACHOLATI, S. F.; LEITE, B. Mecanismos de resistência às doenças. In: WILMAR, C da LUZ. (Org.) **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. Passo Fundo, RS: v.2, p.1-51, 1994.

PEREIRA, A. L.; SILVA, G. S.; RIBEIRO, V. Q. Caracterização fisiológica, cultural e patogênica de diferentes isolados de *Lasiodiplodia theobromae*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.31, n.6, p.572-578, 2006.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2015. Disponível em <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: outubro de 2015.

REZENDE. J. A. M.; FANCELLI, M. L. Doenças do Mamoeiro. In: L. AMORIM, L.; REZENDE. J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO L. E. A. **Manual de Fitopatologia, Vol. 2, Doenças de plantas cultivadas 5ª Edição**. São Paulo: Agronômicas Ceres, 820 p. 2016.

RITZINGER, C. H. S. P.; SOUZA, J. S. (org.) **Mamão: Fitossanidade**. Cruz das Almas: Embrapa, 2000. 91p.

RUGGIERO, C.; MARIN, S. L. D.; DURIGAN, J. F. Mamão, uma história de sucesso. **Revista Brasileira de Fruticultura**, volume especial, p.76-82, 2011.

SANTOS, A. F. dos; LUZ, E. D. M. N.; REIS, A. **Phytophthora spp.: distribuição e associação com espécies florestais**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 47; Simpósio brasileiro de mofo branco, 2014, Londrina. Desafios futuros: anais. Londrina: SBF, 2014.

SCHUMANN, G. L.; D'ARCY, C. J. **Essential Plant Pathology**. St. Paul: APS Press, 2006. 338 p.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; PASCHOLATI, S. F. Mecanismos bioquímicos e defesa vegetal. In: PASCHOLATI, S. F.; LEITE, B.; STANGARLIN, J. R.; CIA, P. (Ed.). **Interação Planta-Patógeno: Fisiologia, Bioquímica e Biologia Molecular**. Piracicaba: FEALQ, cap 6, P 227-248, 2008.

SILVA, G. S. Podridão das raízes e dos frutos do mamoeiro. In: LUZ, E. D. M. N.; SANTOS, A. F.; MATSUOKA, K.; BEZERRA, L. J. **Doenças causadas por *Phytophthora* no Brasil**. Livraria e Editora Rural. 2001. p.413-432.

SILVA, G. S.; DOIHARA, I. P. Uma técnica para obter abundante esporulação de *Phytophthora palmivora*. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília, v.28, n.5, p.568, set./out. 2003.

SILVA, J. S. da. **Comportamento de genótipos de mamoeiro em relação a *Phytophthora palmivora*, em diferentes classes texturais de solo, lâminas d'água e em propagação por enxertia**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA, 2014. 87f.; il.

SOUZA, J. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; LUZ, J. M. Q.; AMARAL, C. L. F.; FIGUEIREDO, R. M.; SANTANA, C. M. P. Potencialidade de fungicidas biológicos no controle de requeima do tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v.32, p.115-119, 2014.

TAVARES, G. M.; LUZ, E. D. M. N.; SILVA, S. D. V. M.; SANTOS, T. R.; MAGALHÃES, D. M. A. M. *Phytophthora palmivora* em solos de pomares de mamoeiro no sul da Bahia. **Agrotropica**, v.28, n.3, p.213-220, 2016.

TAVARES, G. M. **Podridão do pé do mamoeiro: infestação em solos de cultivo, controle alternativo com indutores de resistência e *Trichoderma* e avaliação dos mecanismos de defesa envolvidos**. Tese (Doutorado em Fitopatologia). Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Agronomia. 2009. 113 f. : il.

TOCAFUNDO, F. **Avaliação de isolados de *Trichoderma* spp. no controle de *Phytophthora palmivora* em mamoeiro.** Dissertação de Mestrado. Ilhéus: Universidade Estadual de Santa Cruz, 2008. 54p.

VAWDREY, L. L.; MALE, M.; GRICE, K. R. E. Field and laboratory evaluation of fungicides for the control of *Phytophthora* fruit rot of papaya in far north Queensland, Australia. **Crop Protection**, v.67, p.116-120, 2015.

ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J. A. Resistência a doença induzida pela nutrição mineral das plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.1, p.275-318, 1993.

ZHU, Y. J.; AGBAYANI, R.; NISHIJIMA, W.; MOORE, P. Characterization of disease resistance of *Carica papaya* to *Phytophthora*. **Acta Horticulturae**, v.740, p.265-269, 2007.

ARTIGO 2

RESISTÊNCIA DE MUDAS DE MAMOEIRO À *Phytohphthora palmivora*²

²Artigo a ser ajustado para posterior submissão ao Comitê Editorial do periódico científico Pesquisa Agropecuária Tropical.

RESISTÊNCIA DE MUDAS DE MAMOEIRO À *Phytophthora palmivora*

Resumo: A cultura do mamoeiro, além de ser infectada por várias pragas, apresenta um número pequeno de cultivares em uso, algumas dessas, com sérios problemas agronômicos e de pós-colheita. A presente proposta visa avaliar a podridão por *P. palmivora* e identificar possíveis fontes de resistência à doença no Banco Ativo de Germoplasma de Mamão (BAG-Mamão) da Embrapa Mandioca e Fruticultura. O trabalho foi conduzido no laboratório de Fitopatologia e em casa de vegetação da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, onde foram avaliadas plantas de 52 acessos de mamoeiro quanto a resistência à *P. palmivora*. Mudanças propagadas por meio de sementes foram inoculadas com 5 mL de suspensão de 5×10^5 zoósporos mL⁻¹ de *P. palmivora* aplicado sobre o substrato encharcado, sessenta dias após a emergência. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 52 tratamentos (acessos) com três repetições e uma testemunha por tratamento. As mudas inoculadas foram avaliadas diariamente para estimar a severidade da doença por meio de escala de notas. Além da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) foram avaliadas as seguintes características: período de incubação, tempo de vida de cada planta e a percentagem de mortalidade. Os acessos foram agrupados com base no valor da AACPD por meio do método UPGMA. As demais variáveis foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. Não foram identificados genótipos que apresentassem imunidade à *P. palmivora*. Foi possível a formação de seis grupos de genótipos possuindo diferentes níveis de resistência. Os acessos CMF015, CMF133, CMF131, CMF024, CMF026, CMF078 e CMF115 foram considerados como os mais resistentes à podridão do pé. Em relação à resistência à podridão de *P. palmivora*, existe grande variabilidade no BAG-Mamão, a ser explorada, a fim de se obter cultivares melhoradas, resistentes à essa enfermidade.

Palavras chave: *Carica papaya* L., doença, suscetibilidade, isolados.

RESISTANCE OF PAPAYA SEEDLINGS TO *Phytophthora palmivora*

Abstract: The papaya crop, in addition to being infected by several pests, presents a small number of cultivars in use, some of them, with serious agronomic and post-harvest problems. The present proposal aims to evaluate *P. palmivora* rot and to identify possible resistance sources to the disease in the Papaya's Germplasm Active Bank of Embrapa Mandioca e Fruticultura. This work was carried out at the Phytopathology Laboratory and in a greenhouse of Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, where plants from 52 papaya accessions were evaluated for resistance to *P. palmivora*. Seed-propagated seedlings were inoculated with 5 mL of 5×10^5 zoospores mL⁻¹ suspension of *P. palmivora* applied to the soaked substrate, sixty days after emergence. The experimental design was completely randomized with 52 treatments (accessions), three replicates and one control per treatment. The inoculated seedlings were evaluated daily to estimate the severity of the disease through a grading scale. In addition to the area below the disease progress curve (AACPD), the following characteristics were evaluated: incubation period, plant life time and mortality percentage. The accessions were grouped based on the AACPD value through the UPGMA method. The other variables were grouped by the Scott-Knott test at 5% significance. No genotypes showing immunity to *P. palmivora* were identified. It was possible to form six groups of genotypes having different levels of resistance. Accessions CMF015, CMF133, CMF131, CMF024, CMF026, CMF078 and CMF115 were considered to be the most resistant to root rot. Regarding resistance to *P. palmivora* rot, there is great variability in the BAG-Mamão to be explored in order to obtain improved cultivars, resistant to this disease.

Key words: *Carica papaya* L., disease, susceptibility, isolates.

INTRODUÇÃO

Uma das mais importantes fruteiras tropicais cultivadas no mundo, o mamoeiro (*Carica papaya* L.), é originário da América Tropical e tem destaque no setor da fruticultura brasileira e mundial (TAVARES et al., 2016). O Brasil se classifica como um dos maiores produtores mundiais de mamão (IBGE, 2017) e situa-se entre os principais países exportadores (OLIVEIRA et al., 2016).

O gênero *Phytophthora* possui várias espécies que causam doenças em plantas e são responsáveis por severas perdas econômicas em todo o mundo, isso devido ao fato de serem patogênicos a uma grande variedade de culturas agronomicamente exploradas (ZHU et al. 2007; SANTOS, 2009). A espécie *Phytophthora palmivora*, responsável pela ocorrência da podridão das raízes e dos frutos, é também conhecida como podridão do pé ou gomose do mamoeiro, considerada uma das principais doenças do mamoeiro. Os danos econômicos variam grandemente, de uma região para outra (TAVARES et al., 2016).

Para início do processo de doença, é imprescindível que ocorram condições favoráveis que envolvem temperatura, umidade relativa, pH, presença de nutrientes e oxigênio, altas densidades de semeadura, baixa insolação entre outros (VALE et al., 2004; AGRIOS, 2005; KURT; OLIVEIRA et al., 2006; TOK, 2006). Os principais sintomas são o encharcamento dos tecidos na região do colo, apodrecimento de raízes, tombamento e morte das plantas, sobretudo em sementeira (FARIA et al., 2009). Em condições adversas ao patógeno, podem diminuir a suscetibilidade das plantas aos inóculos, afetando a incidência e a severidade da doença (OLIVEIRA et al., 2014).

Para evitar a doença, deve-se fazer a sementeira em local ensolarado, diminuir a densidade de semeadura; utilizar solo permeável e, de preferência, tratado (esterilizado ou desinfestado); utilizar sementes tratadas e usar irrigação moderada (FARIA, 2009).

Dianese et al. (2006) relata que a utilização de cultivares com algum nível de resistência é a forma mais econômica de se controlar *P. palmivora* em mamoeiro. No entanto, para a seleção de genótipos resistentes, os experimentos devem ser conduzidos em condições favoráveis ao

desenvolvimento da doença e deve-se evitar experimentos conduzidos em campo, pois o potencial do inóculo sofre grande influência de chuvas (NECHET; HALFELD-VIEIRA, 2011).

Para investigar a ação do fitopatógeno sobre o hospedeiro, existem diversos trabalhos na literatura, que exploram diferentes metodologias de inoculação, quantidade de inóculo e idade de plantas utilizadas, no sentido de se estabelecer uma metodologia padronizada para a maior compreensão do funcionamento desse patossistema e assim fornecer informações sobre o grau de resistência de plantas de mamão (TOCAFUNDO, 2008; SANTOS; LUZ, 2011).

Além dos testes com inoculações, a pesquisa que busca a resistência do mamoeiro em relação à *Phytophthora* se apoia no desenvolvimento de plantas transgênicas cujos resultados se mostraram positivos. Trabalhos de Zhu et al. (2004) e Zhu et al. (2007) com uso de mudas de mamão transformadas pela adição de genes ou defensinas de outras espécies, apontaram um aumento significativo na resistência ao patógeno, demonstrado por uma redução expressiva no crescimento micelial nestes genótipos.

As informações descritas sobre a importância da doença, assim como a necessidade de se desenvolver cultivares resistentes à podridão do pé, causada por *Phytophthora palmivora*, levou ao desenvolvimento desse trabalho cujo objetivo foi avaliar a reação de mudas de genótipos de mamoeiro à infecção pelo oomiceto e assim identificar possíveis fontes de resistência nos acessos do BAG-Mamão da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

MATERIAL E MÉTODOS

Avaliação de acessos de mamoeiro em casa de vegetação

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Fitopatologia e em casa de vegetação da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, sendo avaliadas plantas de 52 acessos de mamoeiro quanto à resistência à *P. palmivora*.

Obtenção dos isolados

Os isolados de *P. palmivora* utilizados foram cedidos pela coleção de *Phytophthora* Arnaldo Gomes Medeiros, situada no Centro de Pesquisa do Cacau – Cepec, em Ilhéus-BA. Os inóculos 361, 1057 e 1538 foram repicados para placas de Petri contendo meio de cultura cenoura-ágar e incubadas em BOD a 25 °C em ausência de luz.

Teste de patogenicidade

Foi realizado um ensaio prévio para verificar a patogenicidade dos isolados. Foram utilizados acessos de mamoeiro escolhidos aleatoriamente do BAG-Mamão. O teste foi conduzido em casa de vegetação na Embrapa Mandioca e Fruticultura, com mudas de mamoeiro com idade de 60 dias após semeadura.

Sementes de genótipos do BAG-Mamão armazenadas em câmara fria à 4 °C foram semeadas em sacos de polietileno de dimensões 12 cm x12 cm, preenchidos com solo de textura franco-arenosa, esterilizado em autoclave por um período de duas horas sob temperatura de 120 °C (Figura 1). Foram utilizadas três sementes por saco, sendo realizado sequencialmente após a germinação o desbaste das plântulas, deixando apenas uma por saco (Figuras 2A, 2B e 2C).



Figura 1 - Sacos de polietileno com solo esterilizado em casa de vegetação.



Figura 2 - A) Detalhe da semeadura, utilizando três sementes por saco. B) Plântulas em crescimento aos 15 dias após semeadura. C) Plantas com 30 dias de idade, após a realização do desbaste.

Produção de inóculo e inoculação de mudas

Os isolados foram cultivados durante dez dias em placas de Petri em meio de cultura cenoura-ágar e incubados em BOD por 10 dias sob escuro contínuo a $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 3A). Para liberação dos zoósporos, foram adicionados 8 mL de água destilada, esterilizada e gelada, por placa (Figura 3B). Posteriormente, as placas foram mantidas em geladeira numa temperatura de $5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 30 minutos e por mais 30 minutos em temperatura ambiente. Após indução da liberação dos zoósporos, a suspensão obtida foi filtrada e ajustada para uma concentração de 5×10^5 zoósporos mL^{-1} em câmara de Neubauer e imediatamente utilizada para a inoculação das mudas de mamoeiro.

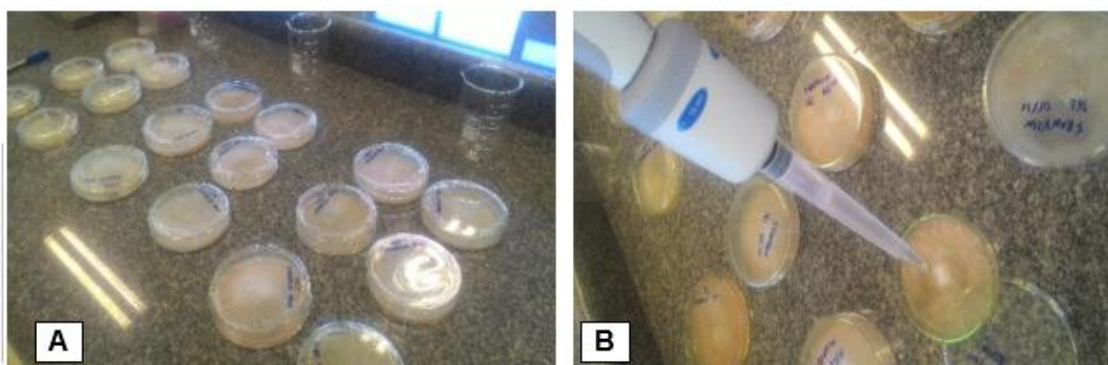


Figura 3 - A) Placas com 10 dias de idade para preparo de suspensão. B) Água esterilizada e gelada colocada sobre às placas.

As mudas com 60 dias foram inoculadas por meio de infestação do solo com a suspensão de inóculo. O substrato foi encharcado com água destilada estéril, trinta minutos antes da infestação para garantir a movimentação dos zoósporos. Após esse período, 5 mL da suspensão de zoósporos foi depositada em torno do caule das mudas (Figura 4A e 4B).



Figura 4 - A) Suspensão ajustada para concentração de 5×10^5 zoósporos mL⁻¹. B) Momento da inoculação sobre muda de mamoeiro.

As avaliações foram realizadas diariamente considerando o número de plantas mortas e o período de aparecimento dos sintomas da doença (dias após a inoculação). O isolado que apresentou maior virulência foi utilizado nos testes de severidade nos 52 acessos avaliados.

Ensaio com 52 acessos de mamoeiro

Após realização do teste de patogenicidade, o isolado 1057 foi selecionado para inoculação dos 52 acessos. Os isolados 361 e 1538 embora tenham demonstrado sua agressividade quando inoculados em mudas de mamoeiro, não causaram o tombamento de mudas com 60 dias de idade nos acessos testados.

Preparo das mudas

Foram utilizadas para o preparo das mudas sementes dos mesmos acessos do BAG-Mamão avaliados no Capítulo 1. As sementes foram retiradas dos frutos durante a colheita realizada no primeiro semestre de 2017, obtidas de flores autofecundadas, a fim de se evitar uma possível contaminação com material genético de outra planta por meio do pólen. As sementes foram armazenadas em câmara fria a 4 °C, até a época do experimento.

Foi utilizada terra vegetal de textura franco-arenosa, que foi posteriormente submetido a processo de esterilização em autoclave, a temperatura de 120 °C por duas horas.

Em casa de vegetação, procedeu-se a semeadura, que foi realizada em sacos de polietileno de dimensões 12 cm x 12 cm, preenchidos com o solo esterilizado. Foram semeadas três sementes por saco, sendo realizado sequencialmente após a germinação o desbaste de plântulas, deixando apenas uma por saco.

Preparo de inóculo e inoculação dos acessos

O isolado 1057 de *Phytophthora palmivora* foi cultivado em placas de Petri em meio de cultura cenoura-ágar e incubados em BOD por 10 dias sob escuro contínuo a 25 °C ± 2 °C. Após esse período foi realizada a indução à liberação dos zoósporos, por meio da adição de 8 mL de água destilada esterilizada e gelada, por placa (LUZ et al., 2008). Posteriormente, as placas foram mantidas em geladeira numa temperatura de 5 °C por 30 minutos e por mais 30 minutos em temperatura ambiente (26 °C ± 2 °C). A suspensão obtida foi filtrada e ajustada para uma concentração de 5x10⁵ zoósporos mL⁻¹ em câmara de Neubauer e imediatamente utilizada para a inoculação das mudas de mamoeiro.

Trinta minutos antes da inoculação os sacos contendo as mudas com 60 dias de idade foram encharcados com água. O método de inoculação empregado foi por meio da deposição de 5 mL da suspensão do inóculo sobre o substrato encharcado ao redor do colo das mudas. Em seguida as mudas foram transferidas para câmara de crescimento, onde permaneceram a uma

temperatura de 26 °C± 2 °C, com fotoperíodo de 12 horas. O tratamento da testemunha foi representado por plantas que receberam 5 mL de água estéril.

Delineamento experimental, avaliação da doença e análise dos dados

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 52 acessos (tratamentos) e três repetições. O tratamento testemunha foi constituído pela aplicação de água estéril sobre o solo, da mesma forma e no mesmo volume da suspensão de inóculo. As mudas inoculadas foram avaliadas diariamente, até aos 30 dias após a inoculação, para estimar a severidade da doença. Após tombamento das mudas, uma amostra de cada tratamento foi levada ao laboratório para isolamento e confirmação do patógeno (postulado de Koch). A severidade foi estimada por meio de escala de notas adaptada de Mosqueda-Vázquez et al. (1981) (Tabela 1).

Tabela 1 - Escala de notas utilizada para as avaliações da severidade da podridão de *Phytophthora*, adaptada de Mosqueda-Vázquez et al., 1981.

Notas	Severidade da doença
0	Planta sem sintomas;
1	Planta vigorosa, porém, com até 25% de murcha;
2	Planta com vigor intermediário, com 26% até 50% de murcha;
3	Planta debilitada, com 51% até 75% de murcha e clorose nas folhas remanescentes;
4	Planta morta.

As medidas de severidade da doença foram utilizadas para obtenção da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), de acordo com fórmula proposta por Madden et al (2007):

$$AACPD = \sum_{i=1}^{n-1} \left[\left(\frac{(x_{i+1} + x_i)}{2} \right) (t_{i+1} - t_i) \right]$$

Em que:

n: número de avaliações;

xi: severidade da doença na “i”-ésima observação;

ti: tempo em dias na “i”-ésima observação.

Os dados de AACPD foram submetidos ao teste F da análise de variância. A partir dos valores da área abaixo da curva de progresso da doença foi realizada a análise de agrupamento dos genótipos. Como medida de dissimilaridade a partir dos dados padronizados utilizou-se a distância Euclidiana média e o método escolhido para o agrupamento dos genótipos foi o UPGMA (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*).

Além da AACPD foram avaliadas as seguintes características: período de incubação, tempo de vida de cada genótipo e a percentagem de mortalidade. O período de incubação (PI) foi determinado pelo tempo transcorrido (em dias) entre a inoculação e o aparecimento dos primeiros sintomas (murcha) e para o tempo médio de vida foi considerado o número de dias entre a inoculação e o tombamento de cada planta. Ao final das avaliações foi analisado o percentual de mortalidade de cada acesso (SILVA, 2011). As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa R (R CORE TEAM, 2015) e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os primeiros sintomas da podridão surgiram a partir do quarto dia após a inoculação, em algumas plantas com sinais de murcha. Com aproximadamente dez dias, várias mudas já haviam tombado e após duas semanas, ocorreu a morte de todas as plantas inoculadas.

De acordo com o trabalho de Silva (2014), a murcha é o primeiro sintoma visível da podridão do pé em plantas jovens de mamoeiro, embora outros sintomas iniciais, como anelamento do colo e envergreenamento do ápice também se manifestem nos primeiros dias após a inoculação. Dias et al. (2011)

relataram ter observado em plantas de mamoeiro inoculadas com *P. palmivora*, sintomas iniciais como amarelecimento, seguido de anelamento na região do colo, havendo em seguida tombamento e morte da muda. Após o período de avaliações observou-se que o sistema radicular das plântulas tombadas apresentavam lesões aquosas e enegrecidas com tecidos apodrecidos, sobretudo na região do coleto (Figura 5), conforme relatado por Oliveira et al. (2014).



Figura 5. A) Planta de mamoeiro apresentando folhas murchas, anelamento do caule e podridão do sistema radicular, sintomas da podridão do pé causada por *Phytophthora palmivora*. B) Detalhe de duas raízes de mamoeiro. À esquerda, raiz apresentando lesões escuras e aquosas, completamente enegrecidas decorrente da infecção pelo patógeno. À direita raiz sadia, sem qualquer sintoma. C) Testemunha, ausência de sintomas ao final do experimento.

Não foram identificados acessos de mamoeiro que apresentassem imunidade à *Phytophthora palmivora*. Com a curva de progresso da doença foi possível a formação de grupos com diferentes níveis de resistência, permitindo a identificação de materiais considerados resistentes ao patógeno, que podem ser usados como promissores na busca por genótipos melhorados que apresentem resistência à doença.

No presente estudo, assim como no realizado por Oliveira et al. (2014), optou-se por uma metodologia de inoculação bastante agressiva, que exercesse uma maior pressão sobre os genótipos avaliados, de forma que somente os materiais considerados resistentes poderiam sobressair em relação

aos demais. Santos; Luz (2011) relataram que um método de inoculação adequado consiste na deposição do inóculo sobre o substrato sem encharcamento. Entretanto, neste experimento, a inoculação sobre o substrato encharcado, aliada às condições de umidade e temperatura ideais ao desenvolvimento do fitopatógeno foram eficientes na identificação de resistência de genótipos classificada por meio do agrupamento dos 52 acessos de mamoeiro avaliados, fato que também foi relatado por Dias et al. (2011).

Foram observadas diferenças altamente significativas para as variáveis, período de incubação e tempo médio de vida (Tabelas 2 e 3). O período médio de incubação do patógeno variou de quatro a oito dias para os acessos avaliados, sendo que a média foi de 5,53 dias e 24 acessos atingiram valores acima da média. Tocafundo (2008), Dias et al. (2011), Santos; Luz (2011) e Silva (2014), em seus trabalhos com avaliação de resistência de mamoeiro à inoculação com *P. palmivora*, verificaram que o período de aparecimento dos primeiros sintomas ocorre geralmente entre o quarto e quinto dia, podendo chegar até o décimo dia para genótipos considerados menos suscetíveis. Venturini (2012) identificou períodos de incubação ainda mais precoces em mamoeiros inoculados com este fitopatógeno, no qual se observou um período de apenas dois dias para o surgimento dos primeiros sintomas, provavelmente devido à alta agressividade do isolado utilizado, uma vez que a concentração do inóculo foi menor que a utilizada neste trabalho.

Tabela 2 – Resumo do quadro de análise de variância para período de incubação de 52 acessos de mamoeiro inoculados com *Phytophthora palmivora*.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Acessos	51	155,506	3,049	2,750	0,000**
Resíduo	104	115,333	1,108		
Total	155	270,839			
CV(%)					19,04

** significativo, pelo teste F a 1% de probabilidade.

Os acessos CMF246, CMFL78 e a cultivar THB foram os que apresentaram os menores períodos de incubação, entre os 52 genótipos avaliados, cujas médias foram agrupadas pelo teste Scott-Knott a 5% de

probabilidade (Tabela 4). O maior valor para essa variável foi observado no acesso CMF131. No agrupamento das médias desta variável, observou-se formação de dois grupos, o Grupo 1 que variou de 4,00 a 5,66 dias de período de incubação, que englobou os genótipos mais suscetíveis, e o Grupo 2, que incluiu as médias dos materiais mais resistentes, cujos valores variaram de 6 a 8 dias para o período de incubação.

Ao considerar o efeito da variável tempo médio de vida dos acessos de mamoeiro, verificou-se que as médias dos tratamentos apresentaram também diferenças altamente significativas, variando de 10,00 até 23,00 dias. A média dos tratamentos para esta variável foi de 16,53 dias e 25 dos acessos foram superiores à esse valor. O período ao qual se refere essa variável situa entre o momento da inoculação até o tombamento das mudas. De acordo com o teste de Scott-Knott, agrupou-se as médias em cinco diferentes grupos, sendo os mais suscetíveis aqueles acessos cujos valores de tempo médio de vida variaram de 10,00 a 12,33 dias (Tabela 4). Os acessos que apresentaram os maiores períodos de vida, Grupo 1, foram CMF078, CMF017, CMF015, CMF024 e CMF132 com médias que variaram de 21,00 a 23,00 dias de sobrevivência.

Ao final do período de avaliação todas as testemunhas estavam vivas e sem qualquer sintoma da doença.

Tabela 3 – Resumo do quadro de análise de variância para número médio de dias de vida de 52 acessos de mamoeiro inoculados com *Phytophthora palmivora*.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Acessos	51	1197,544	23,481	13,928	0,000**
Resíduo	104	175,333	1,685		
Total	155	1382,897			
CV(%)					7,86

** significativo, pelo teste F a 1% de probabilidade.

Não foram observadas diferenças significativas para os dados de porcentagem de mortalidade dos acessos. Como não houve presença de acessos que fossem imunes à infecção pelo patógeno, aos 23 dias após a inoculação, todas as plantas já haviam tombado, ou seja, a porcentagem de mortalidade foi de 100% para os 52 acessos de mamoeiro avaliados. A

confirmação da doença foi realizada assim que as plantas tombavam, por meio de isolamento do patógeno em placas de Petri com meio de cultura cenoura-ágar, que foram incubadas a 25 °C por dez dias. Após este período os isolados foram inoculados em plantas saudáveis, sendo observada a presença de *P. palmivora*.

Tabela 4 - Valores médios para período de incubação, tempo médio de vida e porcentagem de área lesionada de 52 acessos de mamoeiro inoculados com *Phytophthora palmivora* aos 23 dias após a inoculação¹.

Acessos	Período de incubação (dias)		Tempo médio de vida (dias)		Mortalidade (%)
CMF132	5,666	b	23,000	a	100%
CMF024	4,666	b	22,000	a	100%
CMF015	7,333	a	21,000	a	100%
CMF017	6,000	a	21,000	a	100%
CMF078	7,666	a	21,000	a	100%
CMF026	5,000	b	20,333	b	100%
CMF115	6,333	a	20,333	b	100%
CMF123	7,000	a	20,000	b	100%
CMF133	7,000	a	20,000	b	100%
CMF131	8,000	a	19,667	b	100%
CMF130	7,000	a	19,000	b	100%
CMF165	5,666	b	19,000	b	100%
CMF075	6,333	a	18,000	b	100%
CMF154	5,666	b	17,667	c	100%
CMF090	6,000	a	17,333	c	100%
CMF139	5,333	b	17,333	c	100%
CMF152	5,333	b	17,333	c	100%
CMF011	5,666	b	17,000	c	100%
CMF050	4,333	b	17,000	c	100%
CMF070	5,000	b	17,000	c	100%
CMF142	5,666	b	17,000	c	100%
CMF251	5,000	b	17,000	c	100%
CMF108	6,000	a	16,667	c	100%
CMF256	7,333	a	16,667	c	100%
L78XL60	5,000	b	16,667	c	100%
CMF207	6,000	a	16,333	c	100%
CMF233	4,333	b	16,333	c	100%
Golden	5,666	b	16,333	c	100%
CMF004	4,666	b	16,000	c	100%
CMF044	4,666	b	16,000	c	100%
CMF065	7,000	a	16,000	c	100%
CMF082	5,000	b	16,000	c	100%
CMF150	5,000	b	16,000	c	100%

Acessos	Período de incubação (dias)		Tempo médio de vida (dias)		Mortalidade (%)
L78XL84	5,000	b	16,000	c	100%
CMF087	5,333	b	15,333	c	100%
CMF023	7,000	a	15,000	c	100%
CMF145	6,333	a	15,000	c	100%
CMF006	5,333	b	14,667	d	100%
CMF184	5,333	b	14,667	d	100%
CMF232	4,666	b	14,667	d	100%
Sunrise	6,000	a	14,667	d	100%
CMF002	4,666	b	14,333	d	100%
Tainung	5,000	b	14,000	d	100%
CMF128	5,666	b	13,667	d	100%
CMF005	5,000	b	13,333	d	100%
CMF250	4,333	b	13,333	d	100%
CMF252	4,666	b	13,333	d	100%
Rubi	4,333	b	13,000	d	100%
CMF246	4,000	b	12,333	e	100%
L78XL83	4,666	b	12,333	e	100%
CMFL78	4,000	b	11,667	e	100%
THB	4,000	b	10,000	e	100%
CV (%)	19,04		7,86		-

¹Letras iguais nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Por meio da escala de notas (Figura 6) foi possível traçar a curva de progresso da doença, assim como foi possível obter os valores que correspondem à área abaixo da curva (AACPD), por meio do cálculo do índice interno da doença. Para a variável AACPD foi realizada análise de agrupamento, utilizando a distância Euclidiana como medida de dissimilaridade e o método UPGMA para agrupar de forma hierárquica os 52 acessos de mamoeiro. Foi possível a formação de seis grupos, que podem ser observados no dendrograma (Figura 3), no qual os acessos foram classificados em altamente suscetível (Grupo 6), suscetível (Grupo 5), medianamente suscetível (Grupo 2), medianamente resistente (Grupo 1), resistente (Grupo 3) e altamente resistente (Grupo 4).



Figura 6. Escala de notas para mudas de mamoeiro apresentando diferentes níveis de sintomas da podridão do pé. 0: Planta sem sintomas; 1: Planta vigorosa, porém, com até 25% de desfolha; 2: Planta com vigor intermediário, com 26% até 50% de desfolha; 3: Planta debilitada, com 51% até 75% de desfolha; 4: Planta morta. (Escaca adaptada de Mosqueda-Vásquez et al., 1981).

Dentre os 52 genótipos avaliados, apenas sete deles foram considerados como altamente resistentes à podridão do pé, nos quais, foram observados valores reduzidos de área abaixo da curva de progresso da doença, que variou de 1212,5 a 1324,8 (Figura 7). Os acessos que formaram este grupo foram CMF015, CMF133, CMF131, CMF024, CMF026, CMF078 e CMF115, que também se destacaram como materiais resistentes, quando os seus frutos foram inoculados com *P. palmivora* (Capítulo 1).

O Grupo 3 reuniu 10 acessos considerados como sendo resistentes ou portadores de resistência alta à intermediária (CMF023, Sunrise, CMF075, CMF251, CMF050, CMF132, CMF123, CMF165, CMF017 e CMF154). Os valores para a AACPD destes acessos variaram de 1399,8 a 1475,01 (Figura 7).

Com base na AACPD, a maioria dos acessos avaliados foi considerada como medianamente resistente. A análise reuniu no Grupo 1 indivíduos que possuem mecanismos de resistência, porém em menor intensidade do que os observados nos grupos anteriores. Os 21 genótipos do Grupo 1 (CMF233, CMF082, CMF252, Tainung, CMF256, L78XL60, CMF232, CMF070, CMF108, CMF152, CMF011, CMF090, CMF207, CMF142, L78XL84, CMF004, CMF139,

Golden, CMF150, CMF130 e CMF065) apresentaram médias para a AACPD entre 1500 e 1650.

A análise permitiu o agrupamento de oito acessos no Grupo 2, considerados como medianamente suscetíveis à doença. Os acessos deste grupo (CMF002, CMF184, CMF128, CMF006, CMF087, CMF250, CMF145 e CMF044) apresentaram valores de AACPD que variaram de 1674,99 a 1774,98.

O grupo formado pelos acessos Rubi, CMF005, CMF246 e L78XL83 foi considerado pela análise de agrupamento como suscetível à doença, pois apresentaram valores para AACPD (1849,98 a 1950) ainda mais elevados que os genótipos citados anteriormente.

O último grupo, com dois acessos (THB e CMFL78), foi considerado como altamente suscetível à *P. palmivora*. Esses acessos apresentaram valores para AACPD de 2201,64 e 2100,03, respectivamente, portanto, os maiores valores verificados entre os 52 materiais genéticos avaliados neste trabalho.

A média dos acessos para a variável AACPD foi de 1583,15 e dos 52 genótipos avaliados, vinte e quatro tiveram valores acima da média observada (Figura 8).

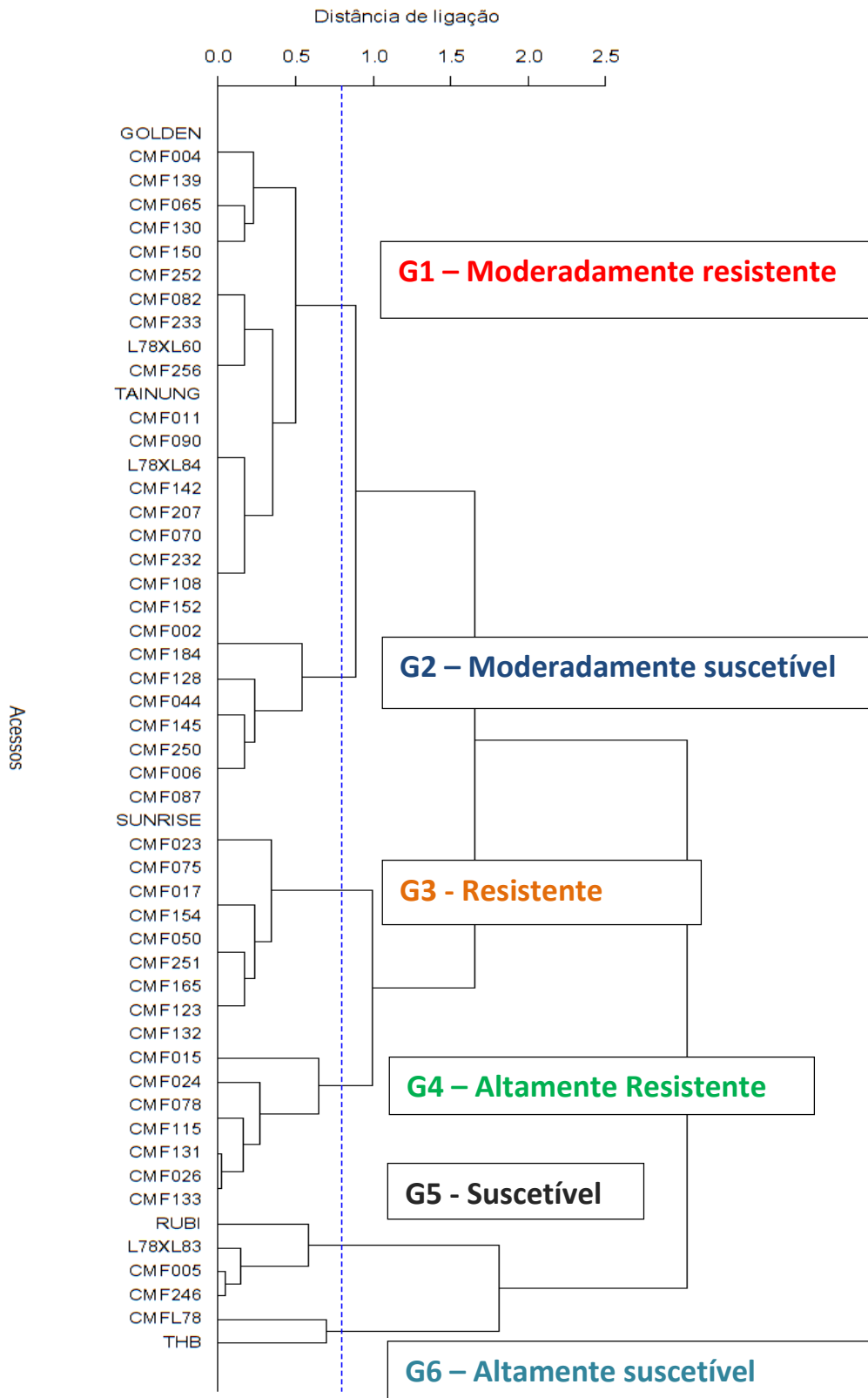


Figura 7. Dendrograma resultante da análise de 52 genótipos de mamoeiro (*Carica papaya* L.), com base na Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) obtido pelo método de agrupamento UPGMA e utilizando a distância Euclidiana como medida de distância genética.

De acordo com Oliveira et al (2014), a diferença de comportamento dos genótipos em relação às variáveis período de incubação, tempo médio de vida e AACPD é explicada com base nos fatores que influem sobre cada variável resposta. Além disso, segundo Sobreira et al. (2010), a AACPD considera basicamente o ciclo de desenvolvimento do patógeno na planta, portanto, são considerados mais resistentes os genótipos com menor AACPD, pois o patógeno manifestou-se tardiamente e/ou apresentou evolução lenta no hospedeiro em estudo (OLIVEIRA et al., 2014).

Assim como neste estudo no qual se observou diferenças de resistência nos acessos avaliados, conforme salienta Matiello et al. (1997), a resistência também pode ser caracterizada pelo desenvolvimento mais lento da doença ocasionado por alterações no processo de estabelecimento da infecção como: período de incubação, maior ou menor quantidade de esporos produzidos, menores tamanhos e quantidade de lesões no hospedeiro.

Dessa forma, os menores períodos de incubação estão diretamente ligados à uma maior curva de progresso da doença (Figura 9A-9L) e a um menor tempo médio de vida da planta, representados por uma maior suscetibilidade do hospedeiro em relação ao patógeno inoculado, o que foi evidenciado nos acessos CMFL78, CMF005 e CMF246, no híbrido L78XL83 e nas cultivares THB e Rubi, considerados como altamente suscetíveis.

Como exemplo, o genótipo THB apresentou uma AACPD de 2201,6 e um período de incubação de apenas quatro dias. Em função disso, o tempo médio de vida para este acesso foi de apenas 10 dias. Por outro lado, o acesso CMF131 apresentou o dobro de dias para esta variável e atingiu uma AACPD de 1322,01 e um período de vida médio de 19,67 dias, o que representa praticamente o dobro se comparado ao THB. Quanto mais cedo a planta reconhece o ataque do patógeno, mais cedo sua capacidade de desencadear mecanismos de defesa, que podem levar a expressão de características de resistência (SCHWAN-ESTRADA et al. 2008).

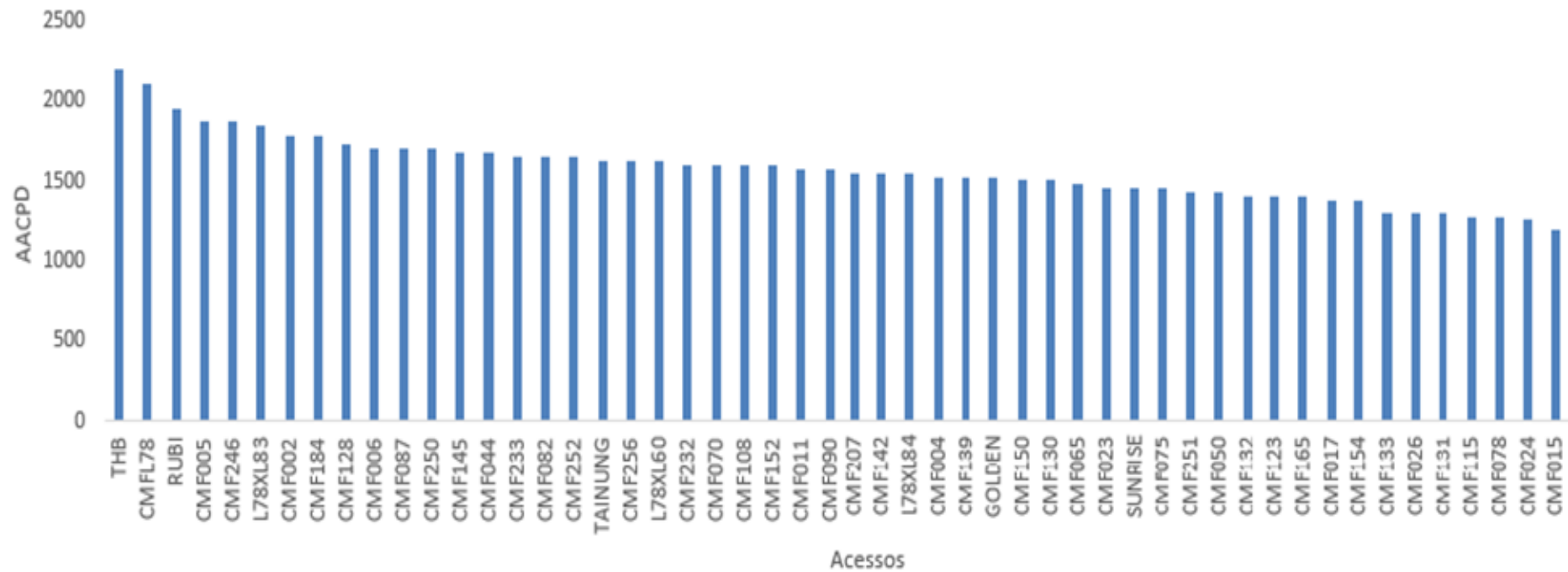


Figura 8. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de 52 acessos de mamoeiro inoculados com *Phytophthora palmivora*.

Cooper et al. (2004) afirmaram que entre os mecanismos de resistência à podridão do pé podem ser citadas características morfológicas da raiz como deposição de lenho e espessura da epiderme. Dianese (2006) identificou genótipos de mamoeiro considerados resistentes à inoculação com *Phytophthora palmivora*, como o Tailândia Roxão, pertencente ao grupo Formosa, e que da mesma forma como os genótipos considerados resistentes verificados neste experimento, poderia possuir essas características que conferiram tal resistência à podridão do pé, como descrito por Cooper et al. (2004).

As diferenças encontradas na intensidade da suscetibilidade foram explicadas por Venturini (2012), como respostas à infecção dos diferentes genótipos, devido às diferenças fisiológicas utilizadas na defesa das plantas, mesmo se tratando de um único patossistema. Conforme relatado por Ko (1994); Sticher et al. (1997), a lignificação dos tecidos confere uma maior resistência natural à infecção pelo patógeno, pois atua como barreira física impedindo a degradação da células hospedeiras pelas enzimas do agente patogênico. Isso pode ter ocorrido nos genótipos aqui avaliados que apresentaram resistência ao patógeno e conseguiram atingir um número maior de dias de vida, mesmo com a forte pressão exercida sobre essas plantas pela inoculação de *P. palmivora* em condições de elevada umidade e temperatura.

Santos; Luz (2011) também verificaram este efeito ao inocular mudas de diferentes idades e afirmaram que a inoculação de plantas mais jovens resultou em manifestação de sintomas mais precoces e mais intensos que a inoculação de plantas mais velhas, acima de 90 dias de idade. Os autores relatam que 60 dias seria a época ideal para inoculação, uma vez que a idade da plântula influencia no processo de patogênese de *P. palmivora* em mamoeiro, como observado por alguns autores (MOSQUEDA-VAZQUEZ et al., 1981; AGRIOS, 2005; BERGAMIN FILHO et al., 2005).

A resistência pode ocorrer também por meio de mecanismos bioquímicos que ocorrem em células e tecidos da planta, que pela produção de substâncias que são tóxicas para o patógeno e criam condições que inibem o desenvolvimento da doença na planta (AGRIOS, 2005). No caso do mamoeiro estes compostos incluem principalmente o próprio látex, bem como fitoalexinas e outros compostos fenólicos que atuam como agentes de defesa (EBEL, 1986;

AGRIOS, 2005). De acordo com estes autores, tais substâncias podem ser produzidas por células sadias adjacentes ao local danificado, e por células necrosadas, que se acumulam ao redor de tecidos necróticos de plantas resistentes ou suscetíveis.

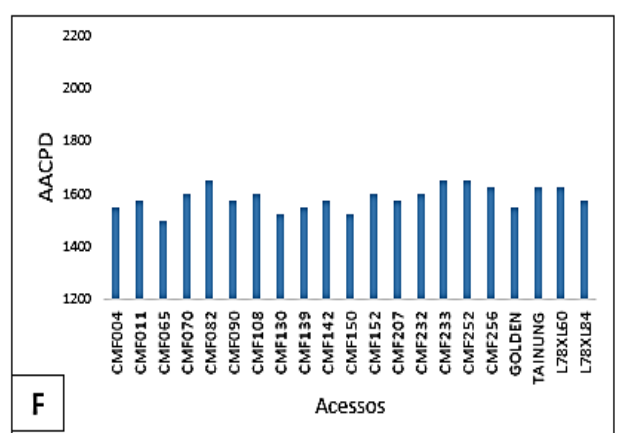
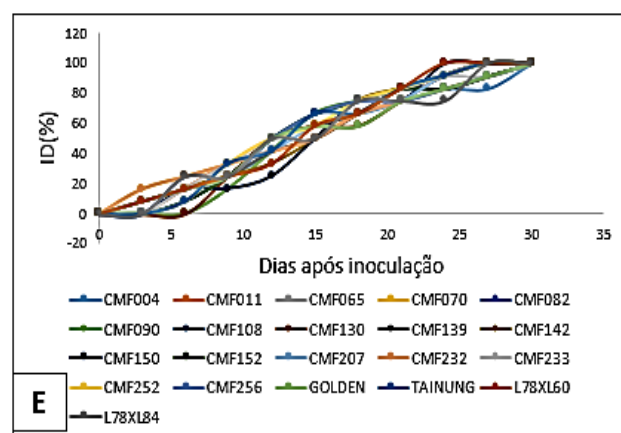
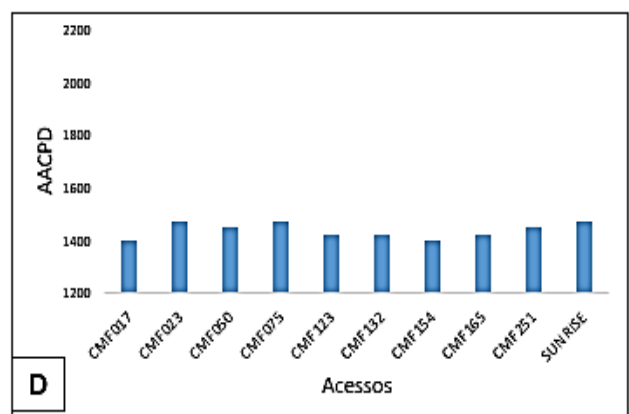
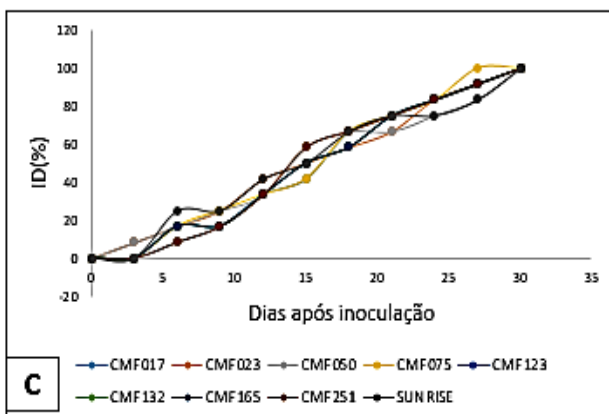
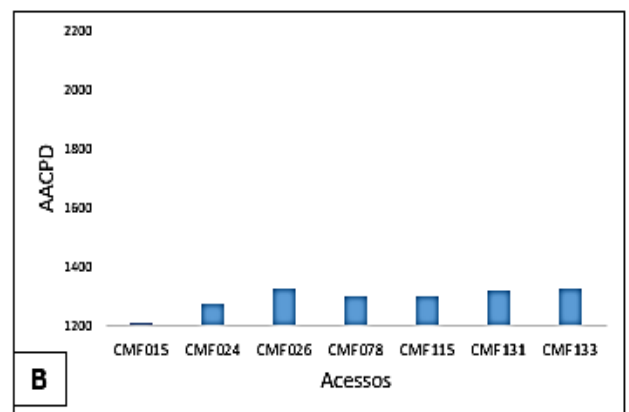
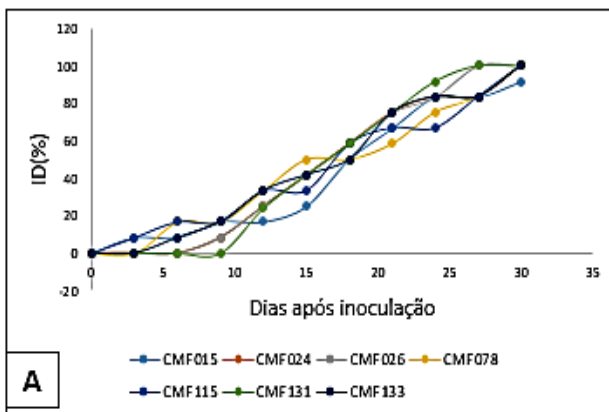
O que pode ter ocorrido para os genótipos resistentes deste trabalho foi a presença dessas substâncias em concentrações suficientes que diminuíram o crescimento e infecção do patógeno se comparada à de genótipos altamente suscetíveis. Isso devido ao fato de que a maioria das fitoalexinas são tóxicas à diversos organismos fitopatogênicos, assim como foi verificado nos trabalhos de Dianese et al. (2009) e Dianese et al. (2007) com a aplicação de fosfitos, no qual se observou um estímulo à produção e acúmulo de fitoalexinas em mamoeiro, que por sua vez reduziu os índices de infecção pela doença.

De acordo com Martins et al. (1982); Agrios, (2005), o incremento dessas substâncias pode ser explicado por uma enzima (fenilalanina-amônia-liase ou PAL), que geralmente exibe aumento de atividade e quantidade em tecidos doentes. A PAL é a molécula base utilizada para a biossíntese de vários compostos fenólicos, incluindo as fitoalexinas e ligninas. Dessa forma, pode-se inferir que a resistência de plantas a patógenos pode depender da velocidade e da extensão da síntese dessa enzima no hospedeiro

Assim como a PAL, a atividade de enzimas como a peroxidase e polyfenoloxidase, foram também observadas por Okey et al. (1997), como respostas à infecção com *P. palmivora* em cacau. Sendo assim de acordo com Santos (2009), isto pode ocorrer também em plântulas de mamoeiro. As enzimas β -1-3 glucanase e quitinase, segundo Zhu et al. (2003); Tavares (2009), também estão relacionadas a indução de resistência no mamoeiro. Shi et al. (2011); Meng et al. (2015), identificaram controle de outras doenças como a antracnose do mamoeiro e bananeira indiretamente por meio do aumento da atividade dessas enzimas que estão envolvidas na biossíntese de compostos fenólicos que conferem resistência à doenças.

Desse modo, de acordo com Rodrigues et al. (2006), a ativação do sistema de defesa da planta por meio da biossíntese destes compostos, ou ainda por vários outros meios, resulta na produção de substâncias tóxicas ao patógeno, impedindo o seu estabelecimento.

A suscetibilidade observada em alguns acessos poderia ter ocorrido pela baixa concentração dessas substâncias, que não foram suficientes para restringir o desenvolvimento do patógeno. No entanto, existe ainda a necessidade de se estudar o quanto estes compostos bioquímicos influem do processo de infecção e quais são os principais responsáveis pelo fator de resistência.



Continua...

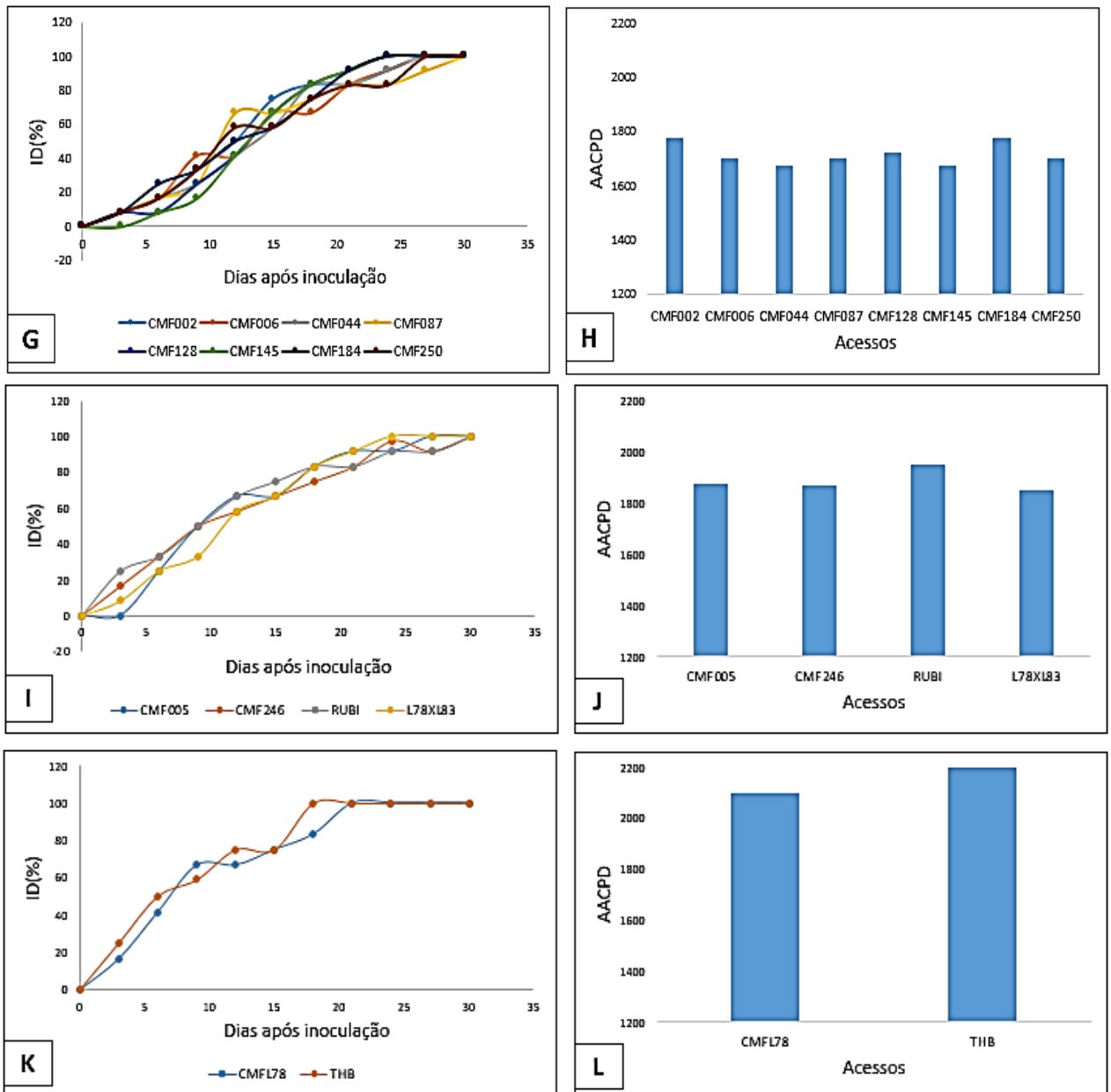


Figura 9 - Curvas de progresso da doença e áreas abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), de 52 acessos de mamoeiro, calculadas a partir do ID para sintomas externos da Podridão do pé, mediante inoculação com *Phytophthora palmivora*. A, B: Altamente Resistente; C, D: Resistente; E, F: Medianamente resistente; G, H: Medianamente; I, J: Suscetível; K, L: Altamente suscetível.

CONCLUSÕES

Não são identificados acessos que apresentem imunidade à *P. palmivora*, porém é possível observar diferentes níveis de resistência à doença.

Os acessos CMF015, CMF133, CMF131, CMF024, CMF026, CMF078 e CMF115 são considerados como altamente resistentes à podridão do pé.

Em relação à resistência à podridão de *P.palmivora*, existe grande variabilidade no BAG-Mamão a ser explorada, a fim de se obter cultivares melhoradas, resistentes a essa enfermidade.

REFERÊNCIAS

- AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5th ed. San Diego: Academic Press, 2005. 922 p.
- BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Eds). **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Ceres, 2005. v.2, cap. 28, p. 458.
- CARNAÚBA, J. P.; SOBRAL, M. F.; FURTADO, D. C. M.; SILVA, I. O.; SILVA, K. M. M.; AMORIM, E. P. R. *Phytophthora palmivora*, agente da podridão de raiz e frutos de mamoeiro no Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, p.134-135, 2006.
- COOPER, C., ISAAC, S., JONES, M. G., CROWTHER, T., SMITH, B. M.; COLLIN, H.A. Morphological and biochemical response of carrots to *Pythium violae*, causative agent of Cavity Spot. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v.64, n.1, 2004. p.27-35.
- DANTAS, J. L. L.; JUNGHANS, D. T.; LIMA, J. F. de. **Mamão: o produtor pergunta, a Embrapa responde** (Coleção 500 perguntas, 500 respostas). 2ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 170 p.: il.
- DIANESE, A. de, C. **Variabilidade e controle de *Phytophthora palmivora* (podridão do pé) e controle da varíola (*Asperisporium caricae*) do mamoeiro (*Carica papaya*)**. 2006. 123 f., il. Tese (Doutorado em Fitopatologia). Universidade de Brasília, Brasília.
- DIANESE, A. C.; BLUM, L. E. B.; DUTRA, J. B.; LOPES, L. F.; SENA, M. C.; FREITAS, L. F.; YAMANICHI, O. K. Redução da Podridão do Pé (*Phytophthora palmivora*) do Mamoeiro (*Carica papaya* L.) por Fosfitos. **Fitopatologia Brasileira**, v.32, n.2, p.166, 2007.
- DIANESE, A. C; BLUM, L. E. B.; DUTRA, J. B., LOPES. Aplicação de fosfito de potássio, cálcio ou magnésio para a redução da podridão do pé do mamoeiro em casa de vegetação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.8, p.2309-2314, Nov., 2009.

DIAS, F. P. M.; OLIVEIRA, V. J. D. S. de; LIMA, D. S. de; SANTOS FILHO, H. P.; DANTAS, J. L. L.; DANTAS, A. C. V. L. **Patogenicidade de cepas do Oomiceto *Phytophthora* spp. em mamão.** In: SIMPÓSIO DO PAPAYA BRASILEIRO, 5, 2011, Porto Seguro. Inovação e sustentabilidade: anais. Porto Seguro: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011. 1 CD-ROM.

EBEL, J. Phytoalexin syntesis: the biochemical analysis of the induction process. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.24, p.235-264, 1986.

FARIA, A. R. N.; NORONHA, A. C. da S.; OLIVEIRA, A. A. R.; OLIVEIRA, A. M. G.; CARDOSO, C. E. L.; RITZINGER, C. H. S. P.; OLIVEIRA, E. J. de; COELHO, E. F.; SANTOS FILHO, H. P.; CRUZ, J. L.; OLIVEIRA, J. R. P.; DANTAS, J. L. L.; SOUZA, L. D.; OLIVEIRA, M. de A.; COELHO FILHO, M. A.; SANCHES, N. F.; MEISSNER FILHO, P. E.; MEDINA, V. M.; CORDEIRO, Z. J. M. **A cultura do mamão.** 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. 119 p. il.

IBGE - Produção Agrícola Municipal, 2015. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/calendario.php#1>>. Consultado em 7 de Outubro de 2017.

KO, W. H. *Phytophthora* fruit rot and root rot. In: PLOETZ, R. C., ZENTMYER, G. A., NISHIJIMA, W. T., ROHRBAXH, K. G., OHR, H. D (Eds.) **Compendium of tropical fruit diseases.** St. Paul. American Phytopathological Society Press. p.61-62, 1994.

KURT, S.; TOK, F. M. Influence of inoculum concentration, leaf age, temperature, and duration of leaf wetness on Septoria blight of parsley. **Crop Protection**, Gildford, v.25, n.6, p.556-561, 2006.

LUZ, E. D. M. N. et al. **Glossário ilustrado de Phytophthora: técnicas especiais para o estudo de Oomicetos.** Itabuna: FAPESB/CEPLAC, 2008. 204p.

MADDEN, L.V.; HUGHES, G.; VAN DEN BOSCH, F. **The Study of Plant Disease Epidemics**. St. Paul: American Phytopathological Society Press, 2007. 421p.

MARTINS, E.M.F.; ROVERATTI, D.S.; BERETTA, M.J. Indução de síntese de compostos tipo-fitoalexinas em folhas de cafeeiro. **Summa Phytopathologica**, São Paulo, v.8, n.1, p.7, 1982.

MATIELLO, R. R.; BARBIERI, R. L.; CARVALHO, F. I. F. de. Resistência das plantas a moléstias fúngicas. **Cienc. Rural [online]**, v.27, n.1, p.161-168, 1997.

MENG, X.; LI, J.; BI, F.; ZHU, L.; MA, Z. Antifungal Activities of Crude Extractum from *Camellia semiserrata* Chi (Nanshancha) Seed Cake Against *Colletotrichum musae*, *Colletotrichum gloeosporioides* and *Penicillium italicum* *in vitro* and *in vivo* Fruit Test. **The Plant Pathology Journal**, v.31, n.4, p.414-420, 2015.

MOSQUEDA-VAZQUEZ, R.; ARAGAKI, M.; NAKASONE, H. Y. Screening of *Carica papaya* L. seedlings for resistance to root rot caused by *Phytophthora Palmivora* Butl. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. Madison, v.106, n.4, p.484-487, 1981.

NECHET, K. de L.; HALFELD-VIEIRA, B. A. Efeito do inóculo, período de molhamento foliar e do estágio fenológico do feijão-caupi no desenvolvimento da mela. **Tropical Plant Pathology**, v.36, n.2, p.104-109. 2011.

OKEY, E. N.; DUNCAN, E. J.; SIRJU-CHARRAN, G.; SREENIVASAN, T. N. *Phytophthora* canker resistance in cacao: role of peroxidase, polyphenoloxidase and phenylalanine ammonia-lyase. **Journal of Phytopathology**, v.145, p.295-299, 1997.

OLIVEIRA, A. A. R.; DANTAS, J. L. L.; RAMOS, J. B.; LUZ, E. de M. Avaliação de genótipos de mamoeiro para resistência à *Phytophthora palmivora*. **Textura**, Governador Mangabeira-BA, v.7, n.13, p.09-14, 2014.

OLIVEIRA, S. M. A.; TERAPO, M.; DANTAS, S. A. F.; TAVARES, S. C. C. H. **Patologia pós-colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 855p.

OLIVEIRA, T. A. S. de. BLUM, L. E. B.; DUARTE, E. A. A.; CARVALHO, D. D. C.; LUZ, E. D. M. N. Severidade da podridão dos frutos de mamão em pós-colheita influenciada pelo tipo de inoculação e estágio de maturação. **Agrotropica**, v.28, n.2, p.159-168, 2016.

OLIVEIRA, T. A. S.; BLUM, L. E. B.; DUARTE, E. A. A.; TAVARES, G. M.; LUZ, E. D. M. N. Fatores epidemiológicos de *Phytophthora palmivora* afetando a severidade da podridão-dos-frutos do mamoeiro na pós-colheita. **Summa Phytopathologica**, v.40, n.3, p.256-263, 2014.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2015. Disponível em <<http://www.R-project.org/>>.

RODRIGUES, A. A. C.; NETO, E. B.; COELHO, R. S. B. Indução de Resistência a *Fusarium Oxysporum* f. sp. *Tracheiphilum* em Caupi: Eficiência de Indutores Abióticos e Atividade Enzimática Elicitada. **Fitopatologia Brasileira**, v.31, p.492-499, 2006.

SANTOS, T. R. **Metodologia de inoculação em plântulas e Reação de acesso de mamoeiro a *Phytophthora palmivora***. 2009. 72p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Santa Cruz, Itabuna – BA.

SANTOS, T. R.; LUZ, E. D. M. N. Avaliação de métodos, concentrações de inóculo e idade das plântulas para inoculação de *Phytophthora palmivora* em mamoeiro. **Tropical Plant Pathology**, v.36, n.6, p.383-389, 2011.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; PASCHOLATI, S. F. Mecanismos bioquímicos e defesa vegetal. In: PASCHOLATI, S. F.; LEITE, B.; STANGARLIN, J. R.; CIA, P. (Ed.). **Interação Planta-Patógeno: Fisiologia, Bioquímica e Biologia Molecular**. Piracicaba: FEALQ, 2008, cap 6, p.227-248.

SHI, J.; LIU, A.; LI, X.; FENG, S.; CHEN, W. Inhibitory mechanisms induced by the endophytic bacterium MGY2, In: Controlling anthracnose of papaya. **Biological Control**, v.56, n.1, p.2-8, 2011.

SILVA, A. S. **Avaliação de germoplasma de maracujazeiro para resistência à fusariose e caracterização molecular do agente patogênico**. 2011. 90p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas - BA.

SILVA, J. S. da. **Comportamento de genótipos de mamoeiro em relação a *Phytophthora palmivora*, em diferentes classes texturais de solo, lâminas d'água e em propagação por enxertia**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas - BA, 2014. 87f.; il.

SOBREIRA, F. M.; SOBREIRA, F. M.; CABRAL, M. B. G.; CONTARATO, C. C. C.; NEDER, D. G.; MATTA, F. P. Resistência à requeima (*Phytophthora infestans*) entre genótipos de tomateiro tipo salada e tipo cereja. **Magistra**, Cruz das Almas, v.22, n.1, p.28-34, 2010.

STICHER, L.; MAUCH MANI, B.; METRAUX, J. P. Systemic acquired resistance. **Annual Review of Phytopathology**, v. 35, p. 235-270, 1997.

TAVARES, G. M. **Podridão do pé do mamoeiro: infestação em solos de cultivo, controle alternativo com indutores de resistência e *Trichoderma* e avaliação dos mecanismos de defesa envolvidos**. Tese (Doutorado em Fitopatologia). Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Agronomia. 2009. 113 f. : il.

TAVARES, G. M.; LUZ, E. D. M. N.; SILVA, S. D. V. M.; SANTOS, T. R.; MAGALHÃES, D. M. A. M. *Phytophthora palmivora* em solos de pomares de mamoeiro no sul da Bahia. **Agrotrópica**, v.28, n.3, p.213-220, 2016. Página

TOCAFUNDO, F. **Avaliação de isolados de *Trichoderma* spp. no controle de *Phytophthora palmivora* em mamoeiro**. 2008. 54p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Santa Cruz, Itabuna – BA.

VALE, F. X. R.; JESUS JUNIOR, W. C.; ZAMBOLIM, L. Natureza das epidemias. In: VALE, F. X. R.; JESUS JUNIOR, W. C.; ZAMBOLIM, L. **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte-MG: Perfil, 2004. p.21-48.

VENTURINI, M. T. **Avaliação de acessos de mamoeiro para resistência a *Phytophthora palmivora* e *Corynespora cassiicola* e controle biológico da podridão-do-pé**. 2012. 113p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Santa Cruz, Itabuna – BA.

ZHU, Y. J., AGBAYANI, R., JACKSON, M. C. et al. Expression of the grapevine stilbene synthase gene *VST1* in papaya provides increased resistance against diseases caused by *Phytophthora palmivora*. **Planta**, v.220, i.2, p.241-250, 2004.

ZHU, Y. J.; AGBAYANI, R.; MOORE, P. H. Ectopic expression of *Dahlia merckii* defensin DmAMP1 improves papaya resistance to *Phytophthora palmivora* by reducing pathogen vigor. **Planta**, v.226, i.1, p.87-97, 2007.

ZHU, Y. J., QIU, X., MOORE, P. H., BORTH, W., HU, J., FERREIRA, S. ALBERT, H. H. Systemic acquired resistance induced by BTH in papaya. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v.63, p.237-248, 2003.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo foi elaborado a fim de investigar a resistência de acessos de mamoeiro pertencentes ao BAG-Mamão da Embrapa da Mandioca e Fruticultura em relação à *Phytophthora palmivora*, patógeno de relevante importância para a o mamoeiro, que causa danos econômicos consideráveis nas áreas onde a cultura está implantada.

Embora as avaliações de frutas e de mudas não tenham identificados acessos imunes à doença, com este estudo foi possível verificar uma grande variabilidade com relação à resistência a *P. Palmivora*, com a formação de vários grupos entre os acessos e ocorrência de genótipos com diferentes níveis de resistência, desde resistentes até suscetíveis.

De acordo com os agrupamentos realizados, feitos de forma independente nas avaliações, observou-se que na comparação entre as avaliações de frutos e mudas, existe uma boa correlação dos resultados. A maioria dos acessos avaliados foi coincidente para os níveis de resistência à *P. palmivora* (Tabela 5).

Dos 52 acessos avaliados, apenas 14 não se enquadram nestes casos e apresentaram mudas mais resistentes que os frutos (CMF011, CMF065, CMF108, CMF123, CMF150, CMF152, CMF232, CMF233, CMF251, Golden, L78XL60 e L78XL8) ou frutos mais resistentes que suas mudas, no caso de CMF044 e Rubi.

Os dados aqui apresentados fornecem informações sobre a importância da doença, assim como a necessidade de se desenvolver cultivares resistentes à podridão do pé, causada por *P. palmivora* e serão importantes nas estratégias de melhoramento genético da cultura. No entanto, existe ainda a necessidade de se estudar com mais afinco as características de resistência e suas influências no processo de infecção de modo a priorizar os fatores que afetam a resistência.

ANEXOS

Tabela 5 - Relação dos acessos de mamoeiro avaliados do BAG-Mamão da Embrapa Mandioca e Fruticultura com suas respectivas porcentagens de área lesionada dos frutos, área abaixo da curva de progresso da doença em mudas de mamoeiro e nível de resistência¹.

Acessos	Área Lesionada do fruto (%)	Nível de Resistência (Frutos)	AACPD	Nível de Resistência (Mudas)
CMF015	28,546	RM	1212,50	AR
CMF024	19,448	R	1274,97	AR
CMF078	19,098	R	1299,99	AR
CMF115	28,936	RM	1299,99	AR
CMF131	25,792	RM	1322,01	AR
CMF026	18,648	R	1324,98	AR
CMF133	19,284	R	1324,98	AR
CMF154	28,268	RM	1399,98	R
CMF017	18,030	R	1400,01	R
CMF123	38,412	SM	1425,00	R
CMF132	38,658	SM	1425,00	R
CMF165	25,666	RM	1425,00	R
CMF050	26,872	RM	1449,99	R
CMF251	42,956	SM	1449,99	R
CMF023	31,052	RM	1475,01	R
CMF075	25,596	R	1475,01	R
SUNRISE	22,556	R	1475,01	R
CMF065	54,728	S	1500,03	R
CMF130	27,496	RM	1524,99	R
CMF150	34,734	SM	1525,02	R
GOLDEN	53,462	S	1549,98	R
CMF004	23,516	R	1550,01	R
CMF139	28,548	RM	1550,01	R
CMF142	36,238	RM	1575,00	R
CMF207	45,830	SM	1575,00	R
L78XL84	34,700	SM	1575,00	R
CMF011	52,016	S	1575,03	R
CMF090	25,692	RM	1575,03	R
CMF108	45,142	SM	1599,99	R
CMF152	38,076	SM	1599,99	R
CMF070	32,524	RM	1600,02	R
CMF232	70,764	AS	1600,02	RM
L78XL60	52,262	S	1624,98	RM
CMF256	48,082	S	1625,01	S
TAINUNG	33,362	SM	1625,01	RM
CMF252	59,628	S	1649,97	S
CMF082	29,874	RM	1650,00	RM
CMF233	52,816	S	1650,00	RM
CMF044	30,300	RM	1674,99	SM

Acessos	Área Lesionada do Fruto (%)	Nível de Resistência (Frutos)	AACPD	Nível de Resistência (Mudas)
CMF145	57,476	S	1675,02	SM
CMF250	67,028	AS	1699,95	S
CMF087	70,588	AS	1700,01	SM
CMF006	44,036	SM	1700,04	SM
CMF128	53,348	S	1725,00	SM
CMF002	43,952	SM	1774,98	SM
CMF184	40,924	SM	1774,98	SM
L78XL83	52,208	S	1849,98	S
CMF246	75,224	AS	1868,01	S
CMF005	59,802	S	1875,03	S
RUBI	29,150	RM	1950,00	S
CMFL78	46,888	SM	2100,03	AS
THB	74,420	AS	2201,64	AS

¹AR: altamente resistente; R: resistente; RM: resistência mediana; SM: suscetibilidade mediana; S: suscetível; AS: altamente suscetível.