



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS
GENÉTICOS VEGETAIS**



WASHINGTON CARVALHO PACHECO COELHO

**VARIABILIDADE E HERANÇA DA RESISTÊNCIA DE
MANGUEIRA (*Mangifera indica* L.) AOS FUNGOS
Lasiodiplodia theobromae E *Neofusicoccum parvum***

Feira de Santana – BA

2018

WASHINGTON CARVALHO PACHECO COELHO

**VARIABILIDADE E HERANÇA DA RESISTÊNCIA DE
MANGUEIRA (*Mangifera indica* L.) AOS FUNGOS
Lasiodiplodia theobromae e *Neofusicoccum parvum***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais, da Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Genéticos Vegetais.

Orientador: Prof. PhD. Carlos Antonio Fernandes Santos

Feira de Santana – BA

2018

Ficha Catalográfica – Biblioteca Central Julieta Carteado
Bibliotecária: Tatiane Souza Santos CRB5ª/1634

C614v Coelho, Washington Carvalho Pacheco
Variabilidade e herança da resistência de mangueira (*Mangifera indica L.*) aos fungos *Lasiodiplodia theobromae* E *Neofusicoccum parvum*. – Feira de Santana, 2018.
74f.: il.

Orientador: Carlos Antonio Fernandes Santos.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, 2018.

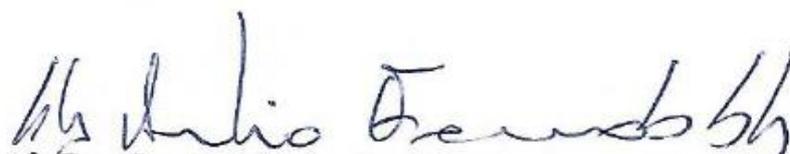
1. *Mangifera indica L.* 2. Mangueira. 3. Fungos. I. Santos, Carlos Antonio Fernandes, orient. II. Universidade Estadual de Feira de Santana. III. Título.

CDU: 582.765

BANCA EXAMINADORA


Dr. Diógenes da Cruz Batista
(EMBRAPA Semiárido)


Profa. Dra. Adriana Rodrigues Passos
(Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS)


Prof. Dr. Carlos Antonio Fernandes Santos
(EMBRAPA Semiárido)
Orientador e Presidente da Banca

Dedico

Aos meus pais, Luzanira Carvalho e Ulysses Coelho, dedico

Ofereço

Aos meu avós, Maria Lucia e Francisco de Assis.

AGRADECIMENTOS

- Agradeço primeiro a Deus, por está sempre ao meu lado em todos os momentos.
- À minha família, meus pais, avós, tios e primos que sempre me apoiaram e me incentivaram em todos os momentos dessa jornada.
- Ao Prof. PhD. Carlos Antonio Fernandes Santos, meu orientador, que acreditou e confiou em minha capacidade, me incentivou a buscar o conhecimento para obtenção de um melhor desempenho. Obrigado pelo apoio, dedicação e paciência.
- Ao Dr. Diógenes da Cruz Batista, pelos conselhos, conversas, disponibilização do laboratório de fitopatologia, sobretudo, o conhecimento.
- Ao Dr. Francisco Pinheiro Neto, por gentilmente ceder as áreas de progênies assim como o Banco Ativo de Germoplasma de Mangueira da Embrapa Semiárido para as inoculações.
- Aos professores do programa de RGV, pela paciência, dedicação e pelo conhecimento transmitido.
- Aos funcionários do Campo Experimental Mandacaru da Embrapa Semiárido: Antônio Barbosa (in memorian), Altamirando, Bartolomeu, Cicero, Fábio, Leôncio, Henrique, João Alves, João Ferreira, João Paulo, Valfredo pela amizade, apoio e colaboração.
- A toda equipe do laboratório de Genética e Fitopatologia da Embrapa Semiárido: Andressa, Carlos, Danillo, Deisy, Ítala, Juliana, Matheus, Rafaela, Roberta, Sirando e Soniane, pelos ensinamentos, apoio e amizade.
- Aos meus colegas: Danielle, Josélia, Clovis, Jhefferson, Pedro, Tiago, Geraldo, Lucas, Robinho, pela amizade, apoio e companheirismo.
- A minha companheira Andrea Macedo pelo amor, pelo apoio, pela compreensão em todos o momentos e pelos conselhos.
- Aos membros da banca examinadora pelas sugestões para melhoria e conclusão desse trabalho.
- À Embrapa Semiárido, pela disponibilização de infraestrutura para o desenvolvimento do presente trabalho.
- À CAPES, pela bolsa concedida, a qual foi muito importante para o desenvolvimento desse trabalho.
- A todos aqueles que de alguma forma contribuíram direta ou indiretamente para o desenvolvimento desse trabalho.

LISTA DE FIGURAS

INTRODUÇÃO GERAL

Figura 1. Arrecadação com a exportação brasileira de manga, em milhões de US\$, nos anos de 2013, 2014, 2015 e 2016. 13

Figura 2. Exportação brasileira de mangas, em toneladas, nos anos de 2013, 2014, 2015 e 2016. 13

CAPÍTULO I – HERANÇA DA RESISTENCIA À DOENÇA MORTE-DESCENDENTE NA MANGUEIRA (*Mangifera indica*)

Figura 1. Sintomas de morte descendente em mangueira inoculadas com *Lasiodiplodia theobromae* (A e B) e *Neofusicoccum parvum* (C e D): suscetíveis (A e C) e resistentes (B e D). 38

CAPÍTULO II – VARIABILIDADE A RESISTÊNCIA À MORTE-DESCENDENTE EM ACESSOS DE MANGUEIRA (*Mangifera indica*)

Figura 1. Suscetibilidade em mangueiras Tommy Atkins à morte-descendente quando inoculados com *Lasiodiplodia theobromae* (A) e *Neofusicoccum parvum* (B) e a resistência da variedade Haden aos fungos *L. theobromae* (C) e *N. parvum* (D). 51

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I – HERANÇA DA RESISTENCIA À DOENÇA MORTE-DESCENDENTE NA MANGUEIRA (*Mangifera indica* L.)

Tabela 1. Teste de qui-quadrado (χ^2) para segregação 3:1, 9:7 e 13:3 para plantas suscetíveis e resistentes a *Lasiodiplodia theobromae*, após três inoculações em três populações resultantes de três cruzamentos de mangueira (*Mangifera indica* L.). 39

Tabela 2. Teste de qui-quadrado (χ^2) para segregação 3:1, 9:7 e 13:3 para plantas suscetíveis e resistentes a *Neofusicoccum parvum*, após três inoculações em três populações resultantes de três cruzamentos de mangueira (*Mangifera indica* L.). 40

CAPÍTULO II – VARIABILIDADE A RESISTÊNCIA À MORTE-DESCENDENTE EM ACESSOS DE MANGUEIRA (*Mangifera indica* L.)

Tabela 1. Origem dos 75 acessos do Banco ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido avaliados para morte-descente na mangueira. 46

Tabela 2. Média de ramos sem sintomas (MRSS), em porcentagem, nas três avaliações de acessos de mangueiras inoculados por *Lasiodiplodia theobromae* e *Neofusicoccum parvum*. 49

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

BA – Bahia

BAG – Banco Ativo de Germoplasma

cm – Centímetros

DF – Brasília

FCAVJ – Faculdade de Ciências Agrária e Veterinária de Jaboticabal

ESALQ – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz

EEP – Escola de Engenharia de Piracicaba

IAC – Instituto Agrônômico

IIHR – Instituto de Pesquisa Hortícola da Índia

MG – Minas Gerais

mL – Mililitros

mm – Milímetros

MRSS – Média de ramos sem sintomas

PE – Pernambuco

PSS – Plantas sem sintomas

SP – São Paulo

UNESP – Universidade Estadual Paulista

US\$ – Dólares

UFV – Universidade Federal de Viçosa

VSF – Vale do São Francisco

χ^2 – Qui quadrado

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	6
1 INTRODUÇÃO GERAL	12
1.1 Botânica e aspectos florais	12
1.2 Importância econômica da mangueira	13
1.3 Principais doenças da cultura	15
1.3.2 Morte descendente da mangueira	15
1.4 <i>Lasiodiplodia theobromae</i>	16
1.5 <i>Neofusicoccum parvum</i>	16
1.6 Recursos Genéticos da mangueira	17
1.7 Estudo de Herança e sua importância no melhoramento.....	18
2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
CAPÍTULO I – HERANÇA DA RESISTÊNCIA À DOENÇA MORTE-DESCENDENTE NA MANGUEIRA (<i>Mangifera indica</i> L.)*	26
Herança da resistência à doença morte-descendente na mangueira (<i>Mangifera indica</i>).....	27
RESUMO	27
ABSTRACT	28
INTRODUÇÃO.....	29
RESULTADOS	30
<i>Eficiência do procedimento de inoculação e variabilidade da resistência em cultivares de mangueira</i>	30
<i>Análise sugeriu herança mono ou digênica para <i>L. theobromae</i> e <i>N. parvum</i> em três cruzamentos de mangueira</i>	31
DISCUSSÃO.....	32
MATERIAL E MÉTODOS.....	33
<i>Material vegetal</i>	33
<i>Produção de inóculo</i>	34
<i>Inoculação e avaliação para sintomas de <i>L. theobromae</i> e <i>N. parvum</i></i>	34
<i>Análise estatística</i>	35
CONCLUSÃO.....	35
REFERÊNCIAS	35
CAPÍTULO II – VARIABILIDADE A RESISTÊNCIA À MORTE-DESCENDENTE EM ACESSOS DE MANGUEIRA (<i>Mangifera indica</i> L.).....	41
RESUMO	42

ABSTRACT	43
INTRODUÇÃO.....	44
MATERIAL E MÉTODOS.....	45
Material vegetal	45
Produção de inóculo	47
RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
Eficiência do procedimento de inoculação	48
CONCLUSÕES	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
CONCLUSÕES GERAIS	57
RESUMO	59
ABSTRACT	60
ANEXO A. Avaliação em acessos para resistência ao fungo <i>Lasiodiplodia theobromae</i>	62
ANEXO B. Avaliação em acessos para resistência ao fungo <i>Neofusicoccum parvum</i>	69

1 INTRODUÇÃO GERAL

1.1 Botânica e aspectos florais

A mangueira (*Mangifera indica* L.), que tem como centro de origem e diversidade o Sul e Sudeste da Ásia, é uma importante árvore perene e frutífera, pertencente à classe Dicotiledônea da família *Anacardiaceae* (PINTO, 2004). O gênero *Mangifera*, inclui aproximadamente cerca de 60 espécies, das quais a *M. indica* é considerada a de maior relevância (SANTOS-SEREJO, 2005).

A mangueira é uma espécie cultivada nas mais diversas regiões tropicais e subtropicais do mundo, que quando adulta pode atingir uma altura superior a 40 metros e sobrevive por centenas de anos. O período juvenil da mangueira varia de 3 a 7 anos. Seu sistema radicular é caracterizado por uma longa, consistente e vigorosa raiz principal e raízes superficiais abundantes (MUKHERJEE; LITZ, 2009). Suas folhas podem ser de vários formatos, como lanceolados, oblongos, ovais ou até mesmo intermediárias que envolvem todas essas formas, sendo que seu comprimento pode variar de 12 a 38 cm e sua largura pode ser de 2 a 13 cm. As folhas jovens possuem uma coloração de cor cobre, que vão mudando gradualmente para verde claro e depois escuro de acordo com seu desenvolvimento e com o passar do tempo (MUKHERJEE; LITZ, 2009).

A *M. indica* é considerada uma espécie anfidiplóide, ou seja, um poliploide constituído por dois complementos somáticos completos de duas espécies diferentes, sendo, predominantemente, uma espécie alógama, possuindo uma maior estabilidade no número de cromossomos de $2n = 40$ quando comparada com outras espécies (PINTO et al., 2002). Entretanto existem relatos de ocorrência de espécies tetraploides com número de cromossomos de $2n = 2x = 80$ (SINGH 1966).

As flores dessa espécie apresentam inflorescências em panículas temporárias e piramidais. Suas inflorescências são rígidas, ramificadas e eretas, com cerca de 30 cm de comprimento, suas flores são pequenas cercas de 5 a 10 mm de diâmetro. Uma mesma inflorescência pode conter flores hermafroditas ou apresentar sexos separados, sendo que a proporção de flores hermafroditas ou de sexo separados em uma mesma inflorescência são fortemente influenciadas por fatores ambientais e culturais (FREE, 1993; MUKHERJEE; LITZ, 2009). Suas flores possuem estruturas que viabilizam a polinização cruzada (JISON; HEDSTRON 1985).

1.2 Importância econômica da mangueira

Dentre as 150 espécies alimentares cultivadas no mundo, a mangueira possui um dos frutos tropicais mais populares, tornando-se uma frutífera de grande importância nos trópicos (CAMPOS et al., 2011). Entretanto, o cultivo comercial da mangueira se baseia em um número restrito de variedades (Tommy Atkins, Palmer, Keitt e Kent), principalmente por conta dos principais mercados consumidores, como União Europeia e Estados Unidos (TONGUMPAI et al., 1991).

No Brasil, a manga foi introduzida no século XVI, mas foi com o surgimento de novas cultivares de raças indianas, vindas da Flórida, Estados Unidos, na década de 60, que a cultura ganhou notoriedade e aceitação pelos fruticultores, conquistando mercado interno e posteriormente o mercado externo (CARVALHO et al., 2004; PINTO; FERREIRA, 1999).

A manga está entre as frutas mais exportadas no mundo, os países que se destacam na exportação são México, Índia e Tailândia. Quanto a produção, a Índia é o maior produtor seguido da China e Tailândia (FAOSTAT, 2018). O Brasil está entre os maiores produtores e exportadores de manga, ocupando em 2016 a sexta posição no ranking mundial de exportadores, estando em sétimo lugar no ranking dos grandes produtores da fruta no mundo (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2017).

A mangicultura é responsável por gerar uma das maiores receitas por volume de frutas exportadas no país: em 2013 obteve a marca de 122,0 mil toneladas e US\$ 147,5 milhões, no ano de 2014 a exportação foi de 133,0 mil toneladas, com arrecadação de US\$ 163,7 milhões, em 2015 a exportação de manga obteve a marca expressiva de 156,3 mil toneladas e uma arrecadação de US\$ 184,3 milhões (AGRIANUAL, 2017).

Em 2016, o Brasil foi responsável por exportar 154,2 mil toneladas de manga, arrecadando US\$ 179,9 milhões, tendo como principais mercados compradores a União Europeia e Estados Unidos (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2017).

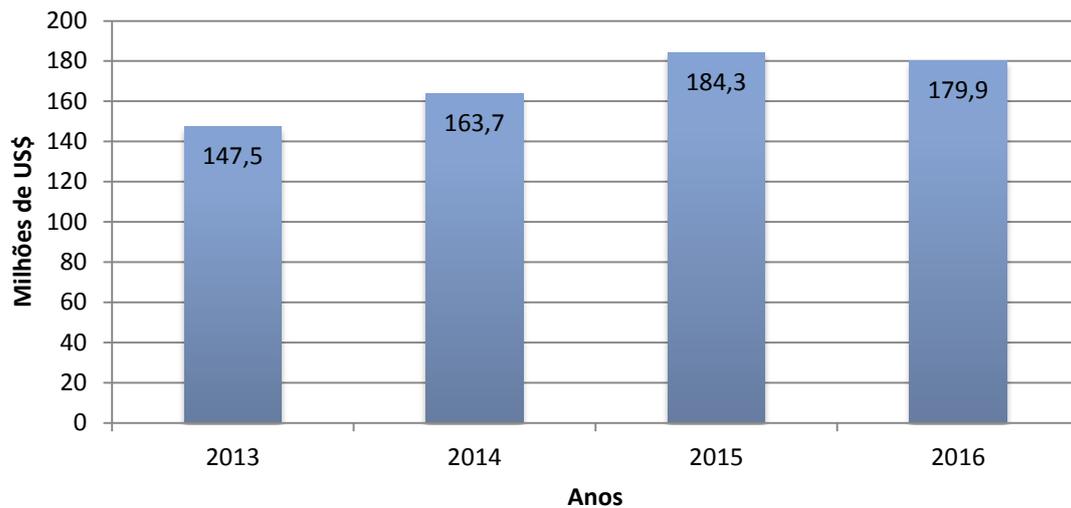


Figura 1. Arrecadação com a exportação brasileira de manga, em milhões de US\$, nos anos de 2013, 2014, 2015 e 2016 (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA; AGRIANUAL, 2017).

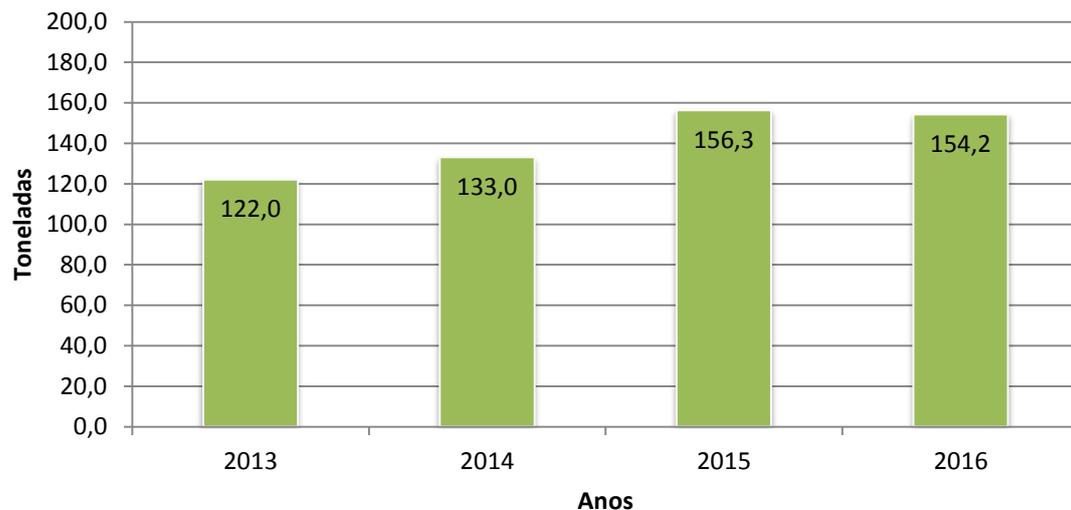


Figura 2. Exportação brasileira de mangas, em toneladas, nos anos de 2013, 2014, 2015 e 2016 (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA; AGRIANUAL, 2017).

No Brasil, as regiões Nordeste e Sudeste, representadas pelos estados de Bahia, Pernambuco, São Paulo e Minas Gerais, são consideradas como as principais produtoras de manga. No nordeste, a região semiárida do Vale do São Francisco tem grande relevância na mangicultura brasileira correspondendo a cerca de 85% das exportações nacionais. Nessa região a produção e exportação de manga ocorre principalmente em virtude de suas características climáticas e tecnológicas que permitem a produção em período sem que outros

países exportadores não produzem a fruta que são de janeiro a março e de outubro a dezembro (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2016; 2017).

1.3 Principais doenças da cultura

A mangueira é afetada por inúmeras doenças que proporcionam perdas expressivas da produção. Dentre as doenças que acometem a mangueira as mais relevantes são causadas por bactéria, como a mancha-angular (*Xanthomonas campestris* pv. *mangiferae indicae* (Patel, Moniz & Kulkarni) Robbs, Ribeiro & Kimura) e as doenças causadas por fungos, como a antracnose (*Glomerella cingulata* (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.), malformação da mangueira (*Fusarium subglutinans* (*Gibberella fujikuroi* var. *subglutinans*)), oídio (*Erysiphe polygoni* (*Oidium mangiferae* Bert)), podridão-peduncular-do-fruto e morte-descendente-da-mangueira (Botryosphaeriaceae spp.), seca-da-mangueira (*Ceratocystis fimbriata* Ellis & Halsted) e verrugose (*Elsinoë mangifera* (*Denticularia mangiferae*, sin. *Sphaceloma mangiferae*)) (TERAO et al., 2016).

Para a mangueira, as doenças decorrentes do ataque de fungos são as que mais preocupam, devido à quantidade de órgãos da planta que os patógenos podem infectar, sendo que alguns desses patógenos podem infectar grande parte da planta, atingindo panículas, flores e ramos até mesmo os frutos (PLOETZ, 1994).

1.3.2 Morte descendente da mangueira

A morte descendente da mangueira é uma das mais relevantes, em geral, pode ser causada por diferentes gêneros de fungos da família Botryosphaeriaceae, sendo que nos pomares irrigados do semiárido brasileiro as espécies associadas a morte descendente que ocorrem com maior frequência são *Lasiodiplodia theobromae*, *Neofusicoccum aesculi* e *Neofusicoccum parvum* (COSTA et al., 2010 TERAO et al., 2016).

A família Botryosphaeriaceae pertence ao Reino Fungi, ao filo Ascomycota, a classe Dothideomycetes, ordem Botryosphaeriales (SLIPPERS et al., 2007). Espécies dessa família estão relacionadas a vários hospedeiros, podendo atuar como patógenos, endofíticos ou saprófitas (CROUS et. al., 2006; PHILLIPS et. al., 2008).

Os fungos causadores dessa doença podem infectar folhas, ramos e tronco: as folhas dos ramos atacados, tendem a secar e ficarem retorcidas com uma coloração palha com halo

escuro, seus pecíolos ficam necrosados, com uma coloração escura e com o passar do tempo eles caem. A infecção vai progredindo causa lesões escuras de formato irregular, apodrecendo os ramos e avançando de forma progressiva e contínua, causando a morte do ponteiro e o abortamento de flores e frutos. Quando a infecção atinge as inflorescências ocorre o aparecimento de lesões escuras, que vão da ponta da raque e avançando até a base, causando o secamento das inflorescências. Caso a infecção não seja controlada com a retirada dos ramos contaminados, ela pode se espalhar progredindo lentamente para os ramos mais velhos chegando até o tronco ocasionando uma intensa desfolha, podendo causar a morte da planta (RIBEIRO, 2005 TERAO et. al., 2016).

1.4 *Lasiodiplodia theobromae*

Lasiodiplodia theobromae (Pat.) Griffon & Maublanc (sinônimo: *Botryodiplodia theobromae* Pat.) é um patógeno característico de regiões tropicais e subtropicais, é responsável por doenças em várias espécies frutíferas tropicais além da mangueira, ocasionando grandes perdas, tanto durante o cultivo como também em pós-colheita (FREIRE et al., 2004; FREIRE et al., 2011).

Esse fungo é, geralmente, associado a processos patogênicos onde as plantas são submetidas a estresse em processos naturais ou a danos provocados por insetos, pássaros, primatas nativos e pelo próprio homem, através de práticas culturais (PUNITHALINGAM, 1976; TAVARES et al., 1994).

O controle das doenças causadas por *L. theobromae* torna-se bastante difícil, face às características ecológicas intrínsecas do fungo e a grande variedade de hospedeiros. Uma das alternativas apontadas para algumas frutíferas hospedeiras desses patógenos é o manejo cultural e genético (CARDOSO et al., 2006, 2009; TAVARES et al., 1995; LIMA et al., 2013).

1.5 *Neofusicoccum parvum*

Segundo Martos et al. (2008), *N. parvum* possui distribuição mundial e é conhecido como um patógeno agressivo, tendo uma ampla gama de hospedeiros, agindo como patógeno, necrotrófico ou sapróbio, especialmente em plantas lenhosas (PHILLIPS et al., 2013). Teve seu relato relacionado com a cultura da mangueira pela primeira vez em 2009 (COSTA et al.,

2010), e é um dos agentes patogênicos mais comuns na cultura da mangueira no mundo todo, sendo associado a diversas doenças da mangueira em todo mundo podendo causar podridão e necrose do tronco, podridão do fruto, necrose do botões florais e panícula (SLIPPERS et al., 2005).

A medida de controle mais eficiente para o *N. parvum* é o manejo cultural, realizando podas de limpeza a fim de eliminar frutos, ponteiros, ramos e panículas infectados (BATISTA et al., 2009).

1.6 Recursos Genéticos da mangueira

Há um enorme acervo de germoplasma de mangueira, já catalogados nas diversas coleções mundiais. São em média seis mil acessos, com repetições inclusas, uma vez que cerca de 83% estão disponíveis para intercâmbio (BETTENCOURT et al., 1992). No Instituto de Pesquisa Hortícola da Índia – IIHR, localizado em Bangalore, é encontrada a maior coleção, com 1100 acessos. Existe uma pequena variabilidade genética a disposição dos melhoristas para que seja utilizada no melhoramento, mesmo a mangueira sendo uma das espécies frutíferas mais importantes do mundo, no entanto a manutenção de um banco de germoplasma é cara (PINTO; FERREIRA, 1999).

Apesar de ser um acervo respeitável, grande parte do germoplasma de mangueira não está devidamente caracterizado, carecendo de dados de caracterizações e avaliações.

De maneira geral, existem alguns dados de avaliação dos principais acessos, mais utilizados nos programas de melhoramento da cultura. Esta é uma das principais razões da baixa utilização do germoplasma disponível.

Existem muitas espécies de *Mangifera* no entanto a grande maioria do germoplasma de mangueira a nível nacional e internacional, concentra-se na espécie *Mangifera indica* (PINTO; FERREIRA, 1999).

No Brasil existem seis bancos e/ou coleções de germoplasma de mangueira: Embrapa Semiárido, em Petrolina - PE, IAC/EET/EEP, em Piracicaba - SP, Embrapa Cerrados, em Planaltina - DF, UNESP/FCAVJ, em Jaboticabal - SP, US/ESALQ, em Tietê e Pindorama e UFV, em Viçosa - MG (PINTO; FERREIRA, 1999).

1.7 Estudo de Herança e sua importância no melhoramento

Em um programa de melhoramento visando resistência genética a doenças, a determinação dos parâmetros genéticos que governam a resistência permite direcionar os trabalhos de introdução de resistência em germoplasma suscetível e possibilita maiores ganhos de seleção nos métodos a serem empregados (SILVA et al., 2001). A utilização de variedades com resistências a diversos fitopatógenos é o método de controle mais indicado tecnicamente, por conta de suas práticas positivas, tanto do ponto de vista ecológico, como no ponto de vista econômico (YORINORI; KIIHL, 2001).

O estudo de herança genética é imprescindível, para determinar se o caráter é qualitativo ou quantitativo e qual o modo de ação predominante dos genes envolvidos com a resistência. Quando os parâmetros genéticos, que governam a resistência, são estimados auxiliam a orientar trabalhos de introdução de resistência em cultivares suscetíveis (SILVEIRA et al., 2008).

Segundo Salgado (2012), na determinação da herança, o método utilizado para caracteres qualitativos se baseia nas leis mendelianas, onde se avalia as proporções fenotípicas em F_2 e retrocruzamentos. De acordo com Liu (1997), citado por Salgado (2012), um dos pontos de maior relevância para estudos das características da distribuição discreta é o teste de hipótese genética que permite, com uma margem de erro, concluir a respeito do padrão predominante da segregação que pode ser governada por um, dois ou mais genes e o tipo de ação predominante.

1.8 Segregação mendeliana e segregação epistática

A segregação descreve como os pares de variantes de genes são separados em células reprodutoras, pois os pais possuem variantes que determinam os traços da prole. Cada indivíduo possui duas cópias de um determinado gene, e essas cópias representam diferentes variantes ao qual são chamamos de alelos, sendo o fenótipo determinado pelos seus alelos, bem como pelo ambiente (WATSON; BERRY, 2005).

A presença de um alelo não significa que a característica seja expressa no indivíduo que a possui. Se os dois alelos de um gene diferirem (condição heterozigótica), o alelo que determina a aparência do organismo é chamado de alelo dominante; o outro não tem efeito

notável sobre a aparência do organismo e é chamado de alelo recessivo, sendo essa condição conhecida como Lei de Dominância (WATSON; BERRY, 2005).

A proporção mendeliana esperada para alelos de um gene, em um organismo diploide, para dominância, é de 3:1, enquanto para dois genes a proporção mendeliana esperada é de 9:3:3:1 (díbridos). Essas proporções foram estabelecidas por Gregor Mendel, em 1868, sendo que com o redescobrimto das Leis de Mendel, William Bateson observou em alguns cruzamento díbridos a ausência de algumas classes fenotípicas ou que novas combinações fenotípicas apareciam, adotando o termo epistasia (PHILLIPS, 2008).

Um número muito grande de características são controladas por dois ou mais genes e suas expressões fenotípicas dependem, tanto da ação e interação alélica, como também da ação combinada dos alelos de diferentes genes, sendo a epistasia uma das formas mais comum de interação gênica (RAMALHO et al., 2012). A interação epistática é um conjunto de interações complexas entre alelos de locos gênicos distintos, sendo que a ocorrência desses fenótipos não seguem às proporções mendelianas (PHILLIPS, 2008).

Epistasia recessiva dupla caracteriza-se pela presença de alelos homozigóticos recessivo em qualquer dos locus impedindo a expressão do outro locus ($aaB_;$ $A_bb;$ $aabb$), resultando em proporção fenotípica de 9: 7: $CcPp$ (roxo) x $CcPp$ (roxo) = $C_P_$ resulta em fenótipo roxo (9), enquanto $ccP_$ e C_pp resulta em fenótipo branco, no caso de flor de ervilha (RAMALHO et al., 2012).

Epistasia recessiva e dominante caracteriza-se quando um alelo homozigoto recessivo do locus A junto com heterozigoto ou homozigoto dominante do locus B produzem o mesmo fenótipo ($aaB_$), resultando em proporção fenotípica é de 13: 3: $AaBb$ (branco) x $AaBb$ (branco) = em $aaB_$ resulta em fenótipo colorido (3) e os demais genótipos em branco (13), no caso de cor das penas de galinhas (RAMALHO et al., 2012).

Banerjee e Kalloo (1987) em trabalho com estudos de herança da resistência ao vírus da folha de tomate, em progênies derivadas de cruzamentos interespecíficos, sugeriram que a resistência ao vírus se baseava em dois genes epistáticos, sendo um de pai selvagem e outro de uma cultivar, resultando em segregação 13:3.

Podem ocorrer casos de segregação ambígua, onde é difícil a determinação entre duas ou mais proporções, como no caso da distinção entre as proporções 3:1 e a proporção 13:3, que mesmo quando avaliadas em grandes populações ainda são difíceis de serem distinguidas (ROELFS et al., 1992).

2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Gazeta do Sul, p. 62–65, 2016.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Gazeta do Sul, p. 60–63, 2017.

AGRIANUAL - Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, p. 309, 2017.

BATISTA, D. C.; BARBOSA, M. A. G.; COSTA, V. S. O.; SILVA, F. M.; TERAÓ D. **Diagnose e perdas na cadeia produtiva da manga causadas por *Neofusicoccum parvum*.** Petrolina: Embrapa Semiárido, p. 7, 2009.

BANERJEE, M. K.; KALLOO, M. K. Inheritance of tomato leaf curl virus resistance in *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum*. **Euphytica**, v. 36, n. 2, p. 581–584, 1987.

BETTENCOURT, E.; HAZEKAMP, T.; PERRY, M. C. Directory of germplasm collections: 6. I. **Tropical and subtropical fruits and tree nuts.** IBPGR, Rome, p. 237, 1992.

CAMPOS, M. A.; RESENDE, M. L. V.; SILVA, M. S. Interações moleculares planta-patógeno. In: FALEIRO, F. G.; ANDRADE, S. R. M.; REIS JUNIOR, F. B. **Biotecnologia aplicada na agropecuária.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. p. 355–378, 2011.

CARDOSO, J. E.; BEZERRA, M. A.; VIANA, F. M. P.; SOUSA, T. R. M.; CYSNE, A. Q.; FARIAS, F. C. Ocorrência endofítica de *Lasiodiplodia theobromae* em tecidos de cajueiro e sua transmissão por propágulos. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.35, n.4, p. 262–266, 2009.

CARDOSO, J. E.; PAIVA, J. R.; CAVALCANTI, J. J. V.; SANTOS, A. A.; VIDAL, J. C. Evaluation of resistance in dwarf cashew to gummosis in northeastern Brasil. **Crop Protection**, Kent, v.25, p. 855–859, 2006.

CARVALHO, C. R. L.; ROSSETTO, C. J.; MANTOVANI, D. M. B.; MORGANO, M. A.; CASTRO, J. V.; BORTOLETTO, N. Avaliação de cultivares de manga selecionadas pelo Instituto Agrônomo de Campinas comparadas a outras de importância comercial. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 264–271, 2004.

COSTA, V. S. O.; MICHEREFF, S. J.; MARTINS, R. B.; GAVA, C. A. T.; MIZUBUTI, E. S. G.; CAMARA, M. P. S. Species of Botryosphaeriaceae associated on mango in Brazil. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v.127, n.4, p. 509 –519, 2010.

CROUS, P. W.; SLIPPERS, B.; WINGFIELD, M.J.; RHEEDER, J.; MARASAS, W. F. O.; PHILIPS, A. J. L.; ALVES, A.; BURGESS, T.; BARBER, P.; GROENEWALD, J. Z.; Phylogenetic lineages in the Botryosphaeriaceae. **Studies in Mycology**, Utrecht, v.55, n.2, p. 235–253, 2006.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. New York: Academic Press, 1993.

FREIRE, F. C. O.; CARDOSO, J. E.; VIANA, F. M. P.; MARTINS, M. V. V. Status of *Lasiodiplodia theobromae* as a plant pathogen in Brazil. **Essentia**, Sobral, v.12, n.2, p.53-71, 2011.

FREIRE, F. C. O.; VIANA, F. M. P.; CARDOSO, J. E.; SANTOS, A. A. Novos hospedeiros do fungo *Lasiodiplodia theobromae* no Estado do Ceará. Fortaleza: **Embrapa Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico**, 2004.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAOSTAT. *Banco de dados*. Roma: FAOSTAT. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/home/E/>>. Acesso em: 17 fev. 2018.

JISON, L. F.; HEDSTROM, I. Pollination ecology of mango (*Mangifera Indica* L.) (Anacardiaceae) in the Neotropic region. **Turrialba**, v.35, p.269–277, 1985.

LIMA, J. S.; MOREIRA, R. C.; CARDOSO, J. E.; MARTINS, M. V. V.; VIANA, F. M. P. Caracterização cultural, morfológica e patogênica de *Lasiodiplodia theobromae* associado a frutíferas tropicais. **Summa Phytopathologica**, v.39, n.2, p. 81–88, 2013.

LIU, B. H., **Statistical Genomics: linkage mapping and QTL analysis**. Boca raton, Florida, USA: CRC Press, 1997, 610p.

MARTOS, S.; ANDOLFI, A.; LUQUE, J.; MUGNAI, L.; SURICO, G.; EVIDENTE, A. Production of phytotoxic metabolites by five species of Botryosphaeriaceae causing decline on grapevines, with special interest in the species *Neofusicoccum luteum* and *N. parvum*. **European Journal of Plant Pathology**, v.121, p. 451–461, 2008.

MUKHERJEE, S. K.; LITZ, R. E. Introduction: botany and importance. In: LITZ, R. E. (Ed.). **Mango: botany production and uses**. Wallingford: CABI. p. 1–18, 2009.

PHILLIPS, A. J. L.; ALVES, A.; ABDOLLAHZADEH, J.; SLIPPERS, B.; WINGFIELD, M. J.; GROENEWALD, J. Z.; CROUS, P. W. The Botryosphaeriaceae: genera and species known from culture. **Studies in Mycology**, v. 76, p. 51–167, 2013.

PHILLIPS, A. J. L.; ALVES, A.; PENNYCOOK, S.R.; JOHNSTON, P.R.; RAMALEY, A.; AKULOV, A.; CROUS, P.W. Resolving the phylogenetic and taxonomic status of dark-spored teleomorph genera in the Botryosphaeriaceae. **Persoonia**, Leiden v. 21, n.1, p. 29–55, 2008.

PHILLIPS, P. C. Epistasis — the essential role of gene interactions in the structure and evolution of genetic systems. **Nature Reviews. Genetics**, 9, p. 855–867, 2008.

PINTO, A. C. Q. Melhoramento genético da manga (*Mangifera Indica* L.) no Brasil. In: ROZANE, D. E.; DAREZZO, R. J.; AGUIAR, R. L.; AGUILERA, G. H. A.; ZAMBOLIM, L. (Eds.) **Manga: produção integrada, industrialização e comercialização**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p. 17–78, 2004.

PINTO, A. C. Q.; FERREIRA, F. R. Recursos Genéticos e Melhoramento da Mangueira no Brasil. In: Queiróz, M. A. de; Goedert, C. O.; Ramos, S. R. R. (Eds.). **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro**. Petrolina-PE: Embrapa Semi-Árido/Brasília-DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, novembro 1999.

PINTO, A. C. Q.; SOUZA, V. A. B.; ROSSETTO, C. J.; FERREIRA, F. R.; COSTA, J. G. Melhoramento Genético. In: GENUÍ, P. J. C.; PINTO, A. C. Q. (Eds.), **A Cultura da Mangueira**, Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 53–92, 2002.

PLOETZ, R. C. Mango Diseases Caused by Fungi: Antracnose. In: PLOETZ, R. C., ZENTMEYER, G. A., NISHIJIMA, N. T., ROHRBASCH, K. G.; OHR, H. D. (Eds.). **Compendium of Tropical Fruit Diseases**. APS Press. St. Paul, Minnesota - USA. p. 35–36, 1994.

PUNITHALINGAM, E. **Botryodiplodia theobromae. Description of Pathogenic Fungi and bacteria**. Kew: Commonwealth Mycological Institute, n.519, p. 3, 1976.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P. **Genética na Agropecuária**. 5 ed., rev. Editora UFLA, p. 566, 2012.

RIBEIRO, I. J. A. Doenças da mangueira (*Mangifera indica* L.). In: KIMATI, H.; AMORIN, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.) **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4º ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v.2, Cap. 4, p. 457–465, 2005.

ROELFS, A. P.; SINGH, R. P.; SAARI, E. E.; **Rust Diseases of Wheat: Concepts and methods of disease management**. Cimmyt, EI Batan, Mexico. p. 65, 1992.

SALGADO, C. C. Abordagem sobre estudo de herança de caracteres pela genética clássica e molecular [**tese doutorado**]. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2012.

SANTOS-SEREJO, J. A. Classificação e descrição botânica. In: PEREIRA, M. E. C.; FONSECA, N.; SOUZA, F. V. D. (Eds.). **Manga: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. cap. 1, p. 15–17. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas), 2005.

SINGH, R. N. **Mango**. New Delhi: ICAR; p. 50, 1996.

SILVA, H. P.; BARBOSA, M. P. M.; NASS, L. L.; CAMARGO, L. E. A. Capacidade de combinação e heterose para resistência a *Puccinia polysora* Underw. em milho. **Scientia Agricola**, v.58, p. 777–783, 2001.

SILVEIRA, F. T.; MORO, J. R.; SILVA, H. P.; OLIVEIRA, J. A.; PERECIN, D. Herança da resistência ao enfezamento em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, p. 1717–1723, 2008.

SLIPPERS, B.; JOHNSON, G. I.; CROUS, P. W.; COUTINHO, T. A.; WINGFIELD, B.; WINGFIELD, M. J. Phylogenetic and morphological reevaluation of the *Botryosphaeria* species causing diseases of *Mangifera indica*. **Mycologia** 97, p. 99–110, 2005.

SLIPPERS, B.; SMIT, W. A.; CROUS, P. W.; COUTINHO, T. A.; WINGFIELD, B. D.; WINGFIELD, M. J. Taxonomy, phylogeny and identification of *Botryosphaeriaceae* associated with pome and stone fruit trees in South Africa and other regions of the world. **Plant Pathology**, Oxford, v. 56, n. 1, p. 128–139, 2007.

TAVARES, S. C. C. H. **Principais doenças da mangueira e alternativas de controle**. Distrito Federal: Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido/EMBRAPA, 1995. (Informações técnicas sobre a cultura da manga no Semi-Árido brasileiro).

TAVARES, S. C. C. H.; BARRETO, D. S. B.; AMORIM, L. R. Levantamento do comportamento de *Botryodiplodia theobromae* em videira na região semi-árida. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 13., 1994, Bahia. **Anais**. Salvador: Sociedade Brasileira de Fruticultura, p. 933–934, 1994.

TERAO, D.; BATISTA, D. C.; RIBEIRO, I. J. A. **Doenças da mangueira**. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A (Ed.). Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. 5. ed. Piracicaba: Ceres, 2016. v.2 Cap. 54, p. 523-533, 2016.

TONGUMPAI, P.; JUTAMANEE, K.; SUBHADRABANDHU, S. Effect of paclobutrazol on mango cv. 'Khiew Saoey'. **Acta Horticulturae**. Netherlands, n.291, p. 67–70, 1991.

WATSON, J. D.; BERRY, A. **DNA: O segredo da vida**. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

YORINORI, J. T.; KIIHL, R. A. S. Melhoramento de plantas visando resistência a doenças. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento**: plantas. Rondonópolis: Fundação MT, p. 715–736, 2001.

CAPÍTULO I – HERANÇA DA RESISTÊNCIA À DOENÇA MORTE-DESCENDENTE
NA MANGUEIRA (*Mangifera indica* L.)*

* Artigo aceito para publicação na revista Australian Journal of Crop Science com o título 'Inheritance of resistance to dieback disease in mango (*Mangifera indica*)'

Herança da resistência à doença morte-descendente na mangueira (*Mangifera indica*)

Washington Carvalho Pacheco Coelho¹, Carlos Antonio Fernandes Santos², Diogenes da Cruz Batista²

¹Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia, Brasil

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Semiárido), Petrolina, Pernambuco, Brasil.

RESUMO

Os fungos *Lasiodiplodia theobromae* e *Neofusicoccum parvum* são dois patógenos que podem limitar a produção da mangueira devido a doença morte-descendente, que ambos ocasionam na cultura. Estudos de herança da resistência para doenças fúngicas em mangueira, em geral, são bastante limitados, apesar da sua importância para o desenvolvimento de cultivares. O objetivo do presente estudo foi avaliar a herança da resistência à doença morte-descendente causadas por *L. theobromae* e *N. parvum* em progênies pseudo F2 resultantes de três cruzamentos para orientar trabalhos de melhoramento de mangueira. Suspensões de conídios de 10^3 conídios/mL de *L. theobromae* ou *N. parvum* foram aplicados, com auxílio de pulverizador manual, em ramos jovens. Após a inoculação, as folhas foram protegidas em câmara úmida durante 48 horas. A infecção foi estimada tomando-se ramos sem sintomas / número total de ramos inoculados. As plantas sem sintomas de doença em mais de 90% dos ramos, em três diferentes períodos de inoculação, foram consideradas resistentes. ‘Keitt’, ‘Haden’ e ‘Espada’ foram resistentes aos dois fungos, enquanto ‘Tommy Atkins’ foi duplamente suscetível. Foi observada resistência monogênica conferida por alelos recessivos para *L. theobromae*, para os três cruzamentos avaliados, apesar da segregação 13:3 para ‘Keitt’ x ‘Tommy Atkins’. Para *N. parvum* foi observada resistência recessiva com segregação monogênica 3:1 no cruzamento ‘Keitt’ x ‘Tommy Atkins’ e segregação epistática 9:7 nos cruzamentos ‘Haden’ x ‘Tommy Atkins’ e ‘Espada’ x ‘Tommy Atkins’. A herança mono ou digênica observada no presente estudo indica a possibilidade de seleção na geração imediata aos cruzamentos, bem como a possibilidade da identificação de plantas com resistência dupla a *L. theobromae* e *N. parvum* em mangueira.

Palavras-chave: Botryosphaeriaceae; *Lasiodiplodia theobromae*; *Neofusicoccum parvum*.

Inheritance of resistance to dieback disease in mango (*Mangifera indica*)

ABSTRACT

The fungi *Lasiodiplodia theobromae* and *Neofusicoccum parvum* are pathogens responsible for causing dieback disease in mangoes. Studies on the inheritance of resistance to these fungal diseases in mango are quite limited. The objective of the present study was to evaluate the inheritance of resistance to dieback disease in three pseudo-F₂ progenies to assist in mango breeding programs. Young branches containing young leaves were selected, and suspension of 10³ conidia/mL of *L. theobromae* or *N. parvum* was sprayed separately. After inoculation, leaves were protected in a plastic wet chamber for 48 hours. The infection was estimated by taking the branches without symptoms/total number of inoculated branches. Plants without disease symptoms in more than 90% of the branches, in three different inoculation periods, were considered as resistant. Keitt, Haden, and Espada cultivars were resistant to both fungi, while 'Tommy Atkins' was susceptible to both pathogens. Monogenic resistance, conferred by recessive alleles, was observed for *L. theobromae* for the three crossings evaluated, despite the 13:3 segregation detected for 'Keitt' x 'Tommy Atkins'. For *N. parvum*, recessive resistance with 3:1 monogenic segregation was observed in the crossing 'Keitt' x 'Tommy Atkins', and 9:7 epistatic segregation was reported in the crossing 'Haden' x 'Tommy Atkins' and 'Espada x 'Tommy Atkins'. The mono or digenic inheritance observed in the present study indicates the possibility of selection in the F₂ generation and identification of plants with double resistance to *L. theobromae* and *N. parvum* in mango trees.

Keywords: Botryosphaeriaceae; *Lasiodiplodia theobromae*; *Neofusicoccum parvum*.

INTRODUÇÃO

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é originária do Sudeste Asiático, mais precisamente da Índia, sendo um dos frutos de origem tropical mais apreciado no mundo (Souza et al., 2002). No Brasil, apesar da manga ser produzida em vários Estados, o cultivo comercial tem importância nas regiões Nordeste e Sudeste, predominando nos estados da Bahia, Pernambuco, Ceará, Minas Gerais e São Paulo (Fávero, 2008). Em 2013, a exportação de manga foi de US\$ 147,8 milhões, aumentando em 2014 para, aproximadamente, US\$164 milhões (Anuário Brasileiro da Fruticultura, 2014; 2015). No país destacam-se como os principais polos produtores de manga as cidades de Petrolina-PE e Juazeiro-BA, localizadas no vale do São Francisco (VSF) e responsáveis por mais de 80% de todo o volume exportado pelo Brasil, tendo como principais destinos a União Europeia e os Estados Unidos da América (IBRAF, 2011).

A cultura da mangueira é acometida por várias doenças causadas por diferentes patógenos que afetam toda a cadeia produtiva, sendo os principais fungos da família Botryosphaeriaceae. Dentre esses fungos, os principais que incidem nas áreas produtoras do VSF são: *Lasiodiplodia theobromae*, *L. pseudotheobromae*, *L. crassispora*, *L. egyptiaceae*, *L. hormozganensis*, *L. iranienses*, *Fusicoccum aesculi* (*Botryosphaeria dothidea*), *B. mamane*, *Neofusicoccum parvum*, *N. brasiliense*, *Pseudofusicoccum stromaticum*, *F. fabicercianum* e *Neoscytalidium dimidiatum* (Costa et al., 2010; Marques et al., 2013a; Marques et al., 2013b).

O *L. theobromae* ocorre em cerca de 500 espécies de plantas, sendo um fungo característico das regiões tropicais e subtropicais (Punithalingam, 1980). É facilmente disseminado principalmente pelo vento, insetos e instrumentos de poda (Oliveira et al., 2013). Segundo Batista et al. (2012), quando as condições são favoráveis, o patógeno geralmente infecta o ramo da planta, causando seca de ponteiro e/ou cancos extensos, chegando às vezes a atingir o tronco da planta e podendo provocar à morte.

Na região do VSF também tem sido encontrado frequentemente sintomas de *N. parvum*, que pode infectar diversas partes da planta, incluindo os frutos, ocasionando danos severos e declínio (Oliveira et al., 2008; Costa et al., 2010). Os sintomas mais comuns de *N. parvum* são seca de ramos ponteiros, desfolha, exsudação de resinas em gemas e/ou ramos, necrose de botão floral e panícula, cancos extensos com necrose do lenho, manchas e podridão peduncular na fruta (Slippers e Wingfield, 1998; Slippers et al., 2005).

De acordo Iyer e Schnell (2009) estudos de herança para doenças em mangueira são bastante limitados e se restringem a algumas observações de dominância e/ou recessividade

para as doenças cancro-bacteriano e malformação floral. Arriel et al. (2016), em estudo pioneiro, reportaram que a resistência a *Ceratocystis fimbriata*, responsável pela doença ‘seca-da-mangueira’, é poligênica com prevalência de genes expressando dominância e epistasia, em estudo envolvendo seis famílias de irmãos completos. Estudos realizados na Flórida, Estados Unidos da América, identificaram progênes oriundas de cruzamentos entre ‘Haden’ e ‘Sandersha’ que não apresentaram sintomas da doença causada pelo fungo *Botryosphaeria ribis* (anamorfo: *Neofusicoccum ribis*), indicando que algumas cultivares da cultura possuem resistência à doença (Ramos et al., 1997).

Variabilidade para resistência a *N. parvum* foi reportada por Batista et al. (2012), para os acessos Nego-não-chupa, Manga-d'água, Juazeiro VI, Juazeiro VII e Favo-de-mel com as menores taxas diárias de crescimento da lesão. Santos Filho et al. (2002) reportaram os genótipos Espada e Manguito como resistentes a dois diferentes isolados de *L. theobromae* (= *Botryodiplodia theobromae*). Entretanto, estudos da herança da resistência dessas importantes doenças fúngicas da mangueira não foram encontradas na literatura, sendo essa informação fundamental para apoiar e orientar no desenvolvimento de cultivares resistentes a esses patógenos.

A mangueira é uma espécie altamente heterozigota, com taxa de polinização cruzada de até 93% (Santos e Lima Neto, 2011), podendo essa alta heterozigosidade ser explorada para estudos genéticos. Como revisado por Banerjee et al. (2012) e Parikh et al. (2016), plantas F1 resultantes de cruzamentos entre parentais altamente heterozigotos, em vários loci, são consideradas como pseudo F2 e não como plantas F1s. A estratégia de pseudo F2s foi explorada por Banerjee et al. (2012), em *Cornus florida*, Parikh et al. (2016), em *Morus* spp., e por Arriel et al. (2016), em *M. indica*.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a herança da resistência aos fungos *L. theobromae* e *N. parvum* em progênes pseudo F2 resultantes do cruzamento entre as cultivares ‘Haden’ x ‘Tommy Atkins’, ‘Espada’ x ‘Tommy Atkins’ e ‘Keitt x Tommy Atkins’ para orientar trabalhos de melhoramento de mangueira.

RESULTADOS

Eficiência do procedimento de inoculação e variabilidade da resistência em cultivares de mangueira.

Os procedimentos realizados para as inoculações dos fungos *L. theobromae* e *N. parvum* foram eficientes para a reprodução dos sintomas de morte-descendente. Os sintomas

foram característicos das doenças (Fig. 1), sendo necessária a realização de podas após cada avaliação para interromper o avanço da doença e prevenir infecções em ramos mais velhos.

Plantas das cultivares ‘Keitt’, ‘Haden’ e ‘Espada’ foram resistentes a *L. theobromae*, pois apresentaram ausência média de sintomas de 100%, 100% e 95%, respectivamente. Enquanto plantas de ‘Tommy Atkins’ foram suscetíveis, pois apresentaram presença média de sintomas de 74%. Plantas de ‘Keitt’, ‘Haden’ e ‘Espada’ apresentaram ausência média de sintomas de 100%, 100% e 98%, respectivamente, para *N. parvum*, enquanto plantas de ‘Tommy Atkins’ apresentaram presença média em 66% dos ramos inoculados com suspensão desse fungo.

Análise sugeriu herança mono ou digênica para L. theobromae e N. parvum em três cruzamentos de mangueira.

Nas populações pseudo F2 foram observadas 77, 49 e 47 plantas suscetíveis e 29, 13 e 20 plantas resistentes nas progênies de ‘Haden’ x ‘Tommy Atkins’, ‘Keitt’ x ‘Tommy Atkins’ e ‘Espada x ‘Tommy Atkins’, respectivamente, indicando segregação mendeliana monogênica de 3:1 ($p < 0,05$) para *L. theobromae* nos três cruzamentos (Tabela 1), sendo a resistência recessiva. Na população ‘Keitt’ x ‘Tommy Atkins’ foi observada ainda a hipótese de segregação 13:3 ($p < 0,05$) indicando algum tipo de epistasia (Tabela 1).

Para *N. parvum* foram observadas 62 e 40 plantas suscetíveis e 42 e 27 plantas resistentes nos cruzamentos ‘Haden’ x ‘Tommy Atkins’ e ‘Espada x ‘Tommy Atkins’, respectivamente, indicando segregação de 9:7 ($p < 0,05$), enquanto no cruzamento ‘Keitt’ x ‘Tommy Atkins’ foram observadas 44 e 19 plantas suscetíveis e resistentes, respectivamente, indicando segregação de 3:1 ($p < 0,05$) (Tabela 2). Para *N. parvum* os resultados indicam segregação mendeliana monogênica no cruzamento ‘Keitt’ x ‘Tommy Atkins’ e segregação epistática digênica dos alelos recessivos duplos nos cruzamentos ‘Haden’ x ‘Tommy Atkins’ e ‘Espada x ‘Tommy Atkins’.

Foram identificadas 16, 6 e 6 plantas nos cruzamentos ‘Haden’ x ‘Tommy Atkins’, ‘Keitt’ x ‘Tommy Atkins’ e ‘Espada x ‘Tommy Atkins’, respectivamente, com resistência dupla, ou seja, com ausência média de sintomas em 90% dos ramos inoculados para os dois fungos. Essas plantas com dupla resistência a esses fungos de importância pré e pós-colheita de mangueira tem grande potencial para avaliações agronômicas em competições que envolvam outros caracteres, como produção e qualidade de frutos.

DISCUSSÃO

As doenças estão entre os principais fatores que afetam negativamente ou inviabilizam a produção de manga no Brasil. O desenvolvimento e seleção de novas variedades tem sido a principal estratégia utilizada no melhoramento genético. Queiroz e Lopes (2007) ressaltam que essa estratégia é dependente da amplitude da base genética disponível, a qual é influenciada pelo acervo de recursos mantidos nos bancos de germoplasma.

Os estudos mais comuns com a cultura da mangueira relacionados à resistência genética têm sido realizados para as doenças antracnose (Bally et al., 2013), oídio (Naqvi et al., 2014), malformação floral e vegetativa (Chakraborti e Misra, 2014) e seca da mangueira (Arriel et al., 2016). Trabalhos envolvendo a avaliação da resistência da mangueira à doença morte-descendente, causada por fungos da família Botryosphaeriaceae, são escassos.

Os fungos *L. theobromae* e *N. parvum* empregados no presente estudo infectam a mangueira em diferentes estágios de desenvolvimento. Entretanto, a infecção latente em frutos (Slippers e Wingfield, 2007) afeta diretamente a comercialização da manga ao ocasionar a devolução ou descarte, por parte do importador, de cargas de mangas muito contaminadas. Nesse sentido, a seleção de genótipos que apresentem resistência ao desenvolvimento da morte-descendente dos ramos da mangueira presumivelmente reduzam o desenvolvimento endofítico e sequencial desses fungos a partir do ramo maduro para a inflorescência e pedicelo (Johnson et al., 1992), reduzindo conseqüentemente também a podridão-peduncular do fruto.

Arriel et al. (2016) avaliaram a herança da resistência à *C. fimbriata* em 197 genótipos de mangueira provenientes de seis famílias e observaram que as cultivares Keitt e Tommy Atkins foram mais resistentes e as cultivares Espada e Haden mais susceptíveis à doença seca-da-mangueira. No presente estudo observou-se que as cultivares Keitt, Haden e Espada apresentaram ausências de sintomas superiores a 94% nos ramos inoculados com *L. theobromae* e ausência próxima a 100% para *N. parvum*, enquanto a cultivar Tommy Atkins foi susceptível às doenças, com presença de sintomas de 74% e 67% para *L. theobromae* e *N. parvum*, respectivamente. Batista et al. (2012) relataram que frutos da variedade ‘Tommy Atkins’ apresentaram susceptibilidade à doença podridão-peduncular causada por *N. parvum* e *F. aesculi*.

Arriel et al. (2016) observaram que a herança da resistência na mangueira para *C. fimbriata* é poligênico e que genes com efeitos de interação epistática e dominância são os principais responsáveis pelo controle. Para Bally et al. (2009) e Iyer e Schnell (2009) a

herança genética da maioria das características agrônômicas na mangueira ainda não foram determinadas devido a longa fase juvenil da planta, alta heterozigiosidade, poliembrionia, incompatibilidade de cultivares e a utilização de pequenas populações.

No presente estudo foi observada resistência monogênica conferida por alelos recessivos para *L. theobromae*, para os três cruzamentos avaliados. Segregação na população ‘Keitt’ x ‘Tommy Atkins’ indicou a presença de dois genes de herança epistática 13:3. Para Roelfs et al. (1992) algumas proporções são difíceis de serem estabelecidas, como a distinção entre 3:1 e 13:3, mesmo quando grandes populações são avaliadas. Para *L. theobromae* a proporção de 3:1 é mais provável, pois não apresentou significância para os três cruzamentos avaliados. Para *N. parvum* foi observada segregação monogênica 3:1 no cruzamento ‘Keitt’ x ‘Tommy Atkins’ e segregação epistática 9:7 nos cruzamentos ‘Haden’ x ‘Tommy Atkins’ e ‘Espada’ x ‘Tommy Atkins’, indicando a possibilidade de diferentes proporções em diferentes cruzamentos de mangueira.

Para essas duas importantes doenças fúngicas da mangueira seleção de progênies resistentes podem ser obtidas na geração imediata aos cruzamentos, sem a necessidade de autofecundações para seleção em gerações seguintes. A herança mono ou digênica observada no presente estudo aumenta a possibilidade da identificação de plantas com resistência dupla a *L. theobromae* e *N. parvum*.

Este é um estudo pioneiro com mangueira, não sendo encontrados outros trabalhos sobre as heranças de *L. theobromae* e *N. parvum* na espécie ou mesmo em outras frutíferas, impossibilitando qualquer comparação. Os resultados obtidos neste trabalho serão importantes para a seleção de progênies com resistência a *L. theobromae* e *N. parvum* nos cruzamentos avaliados, bem como para estudos moleculares de mapeamento de fontes de resistência a esses fungos.

MATERIAL E MÉTODOS

Material vegetal

Foram avaliadas progênies de três populações dos cruzamentos entre ‘Haden’ x ‘Tommy Atkins’, ‘Keitt’ x ‘Tommy Atkins’ e ‘Espada’ x ‘Tommy Atkins’, localizadas no Campo Experimental de Mandacaru da Embrapa Semiárido, em Juazeiro, BA. Essas populações foram obtidas conforme procedimento descrito por Santos et al. (2010). Plantas resultantes de autofecundação ou de cruzamentos envolvendo outros parentais masculinos

foram identificadas por marcadores ‘single nucleotide polymorphism’ e excluídas das análises genéticas.

Produção de inóculo

Os isolados de *L. theobromae* e *N. parvum* foram obtidos originalmente do Laboratório de Micologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE e utilizados para a realização dos estudos.

Para o crescimento e desenvolvimento, os fungos foram cultivados durante 15 dias no meio de cultura ágar-água em placas de Petri. Com o desenvolvimento das estruturas reprodutivas, procedeu-se a extração de conídios mediante a remoção de picnídios, presentes nas colônias. A extração foi realizada com auxílio de almofariz contendo água-destilada-esterilizada e maceração dos picnídios com uso de pistilo. Posteriormente, realizou-se a filtragem da suspensão, contagem de conídios em câmara Neubauer e ajuste da concentração da suspensão para 10^3 conídios/mL.

*Inoculação e avaliação para sintomas de *L. theobromae* e *N. parvum**

O método utilizado de inoculação foi o de pulverização de suspensão de inóculo na parte aérea da planta, sem provocar ferimentos (Dhingra e Sinclair, 1995). Fluxos de ramos contendo folhas jovens foram selecionados e com o auxílio de borrifador manual foi aplicado uma suspensão de 10^3 conídios / mL de *L. theobromae* ou *N. parvum*. Após a inoculação, utilizou-se de sacos plásticos umedecidos, com água-destilada-esterilizada, para formar a câmara úmida por 48 horas (Alfenas e Ferreira, 2007). Para evitar a queimadura de folhas e dos ramos pela incidência de raios solares, os sacos plásticos foram encobertos com sacos de papel. Esse procedimento foi repetido três vezes para os dois patógenos, em diferentes épocas, em cada progênie dos cruzamentos avaliados.

As avaliações quanto ao desenvolvimento de sintomas de morte-descendente foram realizadas cinco dias após a abertura da câmara úmida. O método de avaliação empregado foi uma adaptação do método de percentagem de infecção desenvolvido por Valiela (1952). Foi empregada a fórmula planta sem sintomas (PSS) = $(N^\circ \text{ de fluxos que não apresentaram sintomas} / N^\circ \text{ de total de fluxos avaliados}) \times 100$. Foram consideradas como resistentes aos fungos *L. theobromae* ou *N. parvum* plantas que não apresentaram sintomas da doença em mais de 90% dos ramos, na média das três diferentes épocas de inoculações.

Análise estatística

O ajuste entre as frequências observadas e esperadas para hipóteses de diferentes proporções mendeliana e não mendeliana, nas três populações pseudo F2, foi efetuado por meio do teste do qui-quadrado (χ^2) a 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

A resistência monogênica é conferida por alelos recessivos para *L. theobromae* nos três cruzamentos avaliados. Para *N. parvum* a resistência é recessiva com segregação monogênica 3:1 nos cruzamentos 'Keitt' x 'Tommy Atkins' e com segregação epistática 9:7 nos cruzamentos 'Haden' x 'Tommy Atkins' e 'Espada' x 'Tommy Atkins'.

Progenies resistentes podem ser selecionadas na geração F2 para *L. theobromae* e *N. parvum*, sem a necessidade de autofecundações para seleção nas gerações subsequentes. A herança mono ou digênica observada no presente estudo também aumenta a possibilidade de plantas com dupla resistência a essas doenças fúngicas.

REFERÊNCIAS

- Alfenas AC, Ferreira FA (2007) Inoculação de fungos fitopatogênicos. Métodos em fitopatologia (Alfenas AC and Mafia RG, eds.). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. p. 117-138.
- Anuário Brasileiro da Fruticultura (2014) Santa Cruz do Sul: Gazeta do Sul. p. 70 – 73.
- Anuário Brasileiro da Fruticultura (2015) Santa Cruz do Sul: Gazeta do Sul. p. 74 – 77.
- Arriel DAA, Guimarães LMS, Resende MDV, Lima Neto FP, Silva DFSHS, Siqueira DL, Alfenas AC (2016) Genetic control of resistance on *Mangifera indica* to *Ceratocystis wilt*. *Sci Hortic.* 211:312-318.
- Bally ISE, Lu P, Johnson PR (2009) Mango breeding. In: Jain SM, Priyadarshan PM (eds), *Breeding Plantation Tree Crops: Tropical Species*. Springer, New York. p. 51–82.
- Bally ISE, Akem CN, Dillon NL, Grice C, Lakhesar D, Stockdale K. (2013) Screening and breeding for genetic resistance to anthracnose in mango. *Acta Hortic.* 992:239-244
- Banerjee R, Das NK, Doss SG, Saha AK, Bajpai AK, Bindroo BB (2012) Narrow sense heritability estimates of bacterial leaf spot resistance in pseudo F2 (F1) population of mulberry (*Morus* spp.). *Eur J Plant Pathol.* 133:537–544.

- Batista DC, Lima Neto FP, Barbosa JS, Amorim CC, Barbosa MAG (2012) Avaliação da resistência de 47 acessos de mangueira aos fungos *Fusicoccum aesculis* e *Neofusicoccum parvum*. Rev Bras Frutic. 34:823-831.
- Chakraborti K, Misra DK (2014) Evaluation of taxa for tolerance against floral malformation in Gangetic West Bengal. Universal J Plant Sci. 2:27-30.
- Costa VSO, Michereff SJ, Martins RB, Gava CAT, Mizubuti ESG, Camara MPS (2010) Species of Botryosphaeriaceae associated on mango in Brazil. Eur J Plant Pathol. 127:509-519.
- Dhingra OD, Sinclair JB (1995) Basic plant pathology methods, 2. ed. CRC Press, Boca Raton.
- Fávero, LA (2008) A cultura da mangueira no São Francisco: posicionamento, limites, oportunidades e ações estratégicas. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil. p. 232.
- IBRAF (2015) Instituto Brasileiro de Frutas. Estatísticas. http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est_frutas.asp. Accessed on may 2016
- Iyer CPA, Schnell RJ (2009) Breeding and genetics. In: Litz RE (ed) The mango. CAB International Press, Wallingford. p. 67-96.
- Johnson GI, Mead AJ, Cooke AW, Dean JR (1992) Mango stem end rot pathogens-fruit infection by endophytic colonization of the inflorescence and pedicel. Ann Appl Biol. 120:225-234.
- Marques MW, Lima NB, Morais Júnior MA, Barbosa MAG, Souza BO, Michereff SJ, Phillips AJL, Câmara MPS (2013a) Species of *Lasiodiplodia* associated with mango in Brazil. Fungal Divers. 61:181-193.
- Marques MW, Lima NB, Morais Júnior MA, Michereff SJ, Phillips AJL, Câmara MPS (2013b) *Botryosphaeria*, *Neofusicoccum*, *Neoscytalidium* and *Pseudofusicoccum* species associated with mango in Brazil. Fungal Divers. 61:195-208.
- Naqvi SH, Perveen R, Manzoor S, Umar HI, Iqbal M, Liaquat F, Majid T, Irshad A (2014) Evaluation of various mango varieties against the infection dynamics of powdery mildew (*Oidium mangiferae* Bert.). Am J Plant Sci. 5:2372-2377.
- Oliveira MZA, Prates Júnior P, Barbosa CJ, Assmar CC (2013) Fungo *Lasiodiplodia theobromae*: um problema para a agricultura baiana. Rev Bah Agric. 9:24-29.
- Oliveira TAS, Oliveira SMA, Michereff SJ, Camara MPS, Costa VSO, Lins SRO (2008) Efeito do estágio de maturação, tipo de inóculo e local de inoculação na severidade da podridão peduncular em mangueira. Trop Plant Pathol. 33:409-414.

- Parikh L, Mmbaga MT, Kodati S, Blair M, Hui D, Meru G (2016) Broad-sense heritability and genetic gain for powdery mildew resistance in multiple pseudo-F2 populations of flowering dogwoods (*Cornus florida* L.). *Sci Hortic.* 213:216-221.
- Punithalingam E (1980) Plant diseases attributed to *Botryodiplodia theobromae* Pat, J Cramer, Vaduz. p. 123.
- Queiroz MA, Lopes MA (2007) Importância dos recursos genéticos vegetais para o agronegócio. In: Nass LL (ed) Recursos Genéticos Vegetais. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Brasília, DF. p. 63-119.
- Ramos LJ, Davenport TL, Mcmillan RT, Lara SP (1997) The resistance of mango (*Mangifera indica*) cultivars to tip dieback disease in Florida. *Plant Dis.* 81:509-514.
- Roelfs AP, Singh RP, Saari EE (1992) rust diseases of wheat: concepts and methods of disease management. Cimmyt, EI Batan, Mexico. p. 65.
- Santos CAF, Lima Filho JMP, Lima Neto FP (2010) Estratégias para o desenvolvimento de novas cultivares de mangueira no Semi-Árido brasileiro. *Rev Bras Frutic.* 32:493-497.
- Santos CAF, Lima Neto FP (2011) Outcrossing rate between 'Haden' and 'Tommy Atkins' mangoes estimated using microsatellite and AFLP markers. *Pesqui Agropec Bras.* 46:899-904.
- Santos Filho HP, Moreira WA, Tavares SCCH, Costa VSO, Matos AP, Santos CCF (2002) Doenças, monitoramento e controle. In: Genú PJC, Pinto ACQ. A Cultura da Mangueira. Brasília: Embrapa informações Tecnológicas. p. 301-352.
- Slippers B, Johnson GI, Crous PW (2005) Phylogenetic and morphological reevaluation of the *Botryosphaeria* species causing diseases of *Mangifera indica*. *Mycologia.* 97:99 -110.
- Slippers B, Wingfield MJ (1998) Botryosphaeriaceae as endophytes and latent pathogens of woody plants: diversity, ecology and impact. *Fungal Biol Rev.* 21:601-610.
- Slippers B, Wingfield MJ (2007) Botryosphaeriaceae as endophytes and latent pathogens of woody plants: diversity, ecology and impact. *Fungal Biol Ver.* 21:90-106.
- Souza JS, Almeida CO, Araujo JLP (2002) Cardoso CEL. Aspectos socioeconômicos. In: Genu PJC, Pinto ACQ A Cultura da Mangueira. Brasília: Embrapa informação Tecnológica. p. 21-29.
- Valiela MF (1952) Introducción a la fitopatología, 2. ed. Talleres Gráficos “Gadda”, Buenos Aries.



Figura 1. Sintomas de morte descendente em mangueira inoculadas com *Lasiodiplodia theobromae* (A e B) e *Neofusicoccum parvum* (C e D): suscetíveis (A e C) e resistentes (B e D).

Tabela 1. Teste de qui-quadrado (χ^2) para segregação 3:1, 9:7 e 13:3 para plantas suscetíveis e resistentes a *Lasiodiplodia theobromae*, após três inoculações em três populações resultantes de três cruzamentos de mangueira (*Mangifera indica* L.).

Cruzamentos	Plantas inoculadas	Plantas suscetíveis	Plantas resistentes	χ^2		
				3:1	9:7	13:3
Haden × Tommy Atkins	106	77	29	0.31 ^{NS}	11.57**	5.16**
Keitt × Tommy Atkins	62	49	13	0.54 ^{NS}	13.08**	0.20 ^{NS}
Espada × Tommy Atkins	67	47	20	0.84 ^{NS}	5.26**	5.42**

** e ^{NS} significativo a 1% e não significativo a 5% de probabilidade pelo teste do qui-quadrado, respectivamente.

Tabela 2. Teste de qui-quadrado (χ^2) para segregação 3:1, 9:7 e 13:3 para plantas suscetíveis e resistentes a *Neofusicoccum parvum*, após três inoculações em três populações resultantes de três cruzamentos de mangueira (*Mangifera indica* L.).

Cruzamentos	Plantas inoculadas	Plantas suscetíveis	Plantas resistentes	χ^2		
				3:1	9:7	13:3
Haden × Tommy Atkins	104	62	42	13.13**	0.48 ^{NS}	31.95**
Keitt × Tommy Atkins	63	44	19	0.89 ^{NS}	4.73**	5.38 **
Espada × Tommy Atkins	67	40	27	8.36**	0.32 ^{NS}	20.42**

** e ^{NS} significativo a 1% e não significativo a 5% de probabilidade pelo teste do qui-quadrado, respectivamente.

**CAPÍTULO II – VARIABILIDADE A RESISTÊNCIA À MORTE-DESCENDENTE
EM ACESSOS DE MANGUEIRA (*Mangifera indica* L.)**

RESUMO

A mangueira é susceptível a várias doenças fúngicas, com destaque para *Lasiodiplodia theobromae* e *Neofusicoccum parvum* no vale do São Francisco (VSF), que comprometem a produtividade da cultura. O objetivo do presente estudo foi avaliar 75 acessos de mangueira, pertencentes ao banco de germoplasma da Embrapa Semiárido, para resistência aos fungos *L. theobromae* e *N. parvum* em diferentes épocas do ano, para apoiar programas de melhoramento da cultura da mangueira. Foram selecionados ramos jovens contendo folhas jovens para aplicação, com auxílio de pulverizador manual, de suspensão de conídios de 10^3 conídios / mL de *L. theobromae* ou *N. parvum*. Após a inoculação, ramos com folhas foram submetidas a câmara úmida com saco plástico durante 48 horas. A resistência foi estimada tomando-se ramos sem sintomas / número total de ramos inoculados. As plantas sem sintomas de doença em mais de 90% dos ramos, em três períodos diferentes para *L. theobromae*, e em três períodos diferentes para o *N. parvum* foram consideradas resistentes. ‘Apple DCG’, ‘Ataulfo’, ‘Da porta’, ‘Dashehari’, ‘Espada’, ‘Haden’, ‘Haden 2H’, ‘Heidi’, ‘Irwin’, ‘Keitt’, ‘Kent’, ‘Néldica’, ‘Recife’ e ‘Smith’ apresentaram resistência aos dois patógenos. ‘Rosa’ apresentou resistência a *L. theobromae*, sendo considerada suscetível ao *N. parvum*. ‘Tommy Atkins’, a mais cultivada no VSF, foi susceptível a ambos os patógenos.

Palavras-Chave: *Lasiodiplodia theobromae*; *Neofusicoccum Parvum*; germoplasma; inoculação.

Variability to the resistance to dieback disease in mango (*Mangifera indica*) accessions**ABSTRACT**

Mango is susceptible to several fungal diseases, especially to *Lasiodiplodia theobromae* and *Neofusicoccum parvum*, in the São Francisco valley (VSF), which compromises crop yield. The goal of the present study was to evaluate 75 mango accessions, belonging to the Embrapa Semiarid germplasm collection, for resistance to *L. theobromae* and *N. parvum* fungi at different times of the year to support mango improvement programs. Young shoots containing young leaves were selected for the application, with the aid of a hand sprayer, of conidial suspension of 10^3 conidia / mL of *L. theobromae* or *N. parvum*, separately. After inoculation, the leaves were protected in a plastic wet chamber for 48 hours. The infection was estimated by taking branches without symptoms / total number of inoculated branches. Plants with no disease symptoms in more than 90% of the branches, at three different inoculation periods for *L. theobromae*, and at three different periods for *N. parvum*, were considered resistant. 'Apple DCG', 'Ataulfo', 'Da porta', 'Dashehari', 'Espada', 'Haden', 'Haden 2H', 'Heidi', 'Irwin', 'Keitt', 'Kent', 'Néldica', 'Recife' and 'Smith' were resistant to both pathogens. 'Rosa' are resistant to *L. theobromae*, and susceptible to *N. parvum*. 'Tommy Atkins', the most grown in the VSF, was susceptible to both pathogens.

Keywords: *Lasiodiplodia theobromae*; *Neofusicoccum Parvum*; germplasm; inoculation.

INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os maiores produtores e exportadores de manga (*Mangifera indica* L.) do mundo, tendo os estados da Bahia, Pernambuco, São Paulo e Minas Gerais como os principais produtores. O Vale do São Francisco, nos estados da Bahia e de Pernambuco, se destaca na exportação de manga, sendo responsável por 85% das exportações brasileiras (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2016; 2017).

Diversos problemas fitossanitários comprometem a produtividade da cultura, sendo que as doenças de origem fúngicas e bacterianas são as de maior importância, quando levado em conta os aspectos econômicos, uma vez que, essas moléstias afetam a parte vegetativa e reprodutiva da planta em todas as fases do seu ciclo de vida, acarretando perdas substanciais que vão desde comprometimento e limitação da produtividade, diminuição da qualidade dos frutos e elevação dos custos de produção (TERAO et al., 2016).

Diversas doenças atingem a cultura da mangueira, sendo estas causadas por diferentes patógenos, afetando toda a cadeia produtiva. Os principais fungos que atingem essa cultura são da família Botryosphaeriaceae. Dentre os fungos pertencentes a essa família, os que incidem com maior frequência nas áreas produtoras do Vale do São Francisco são: Os fungos *Lasiodiplodia theobromae*, *L. pseudotheobromae*, *L. crassispora*, *L. egyptiaca*, *L. hormozganensis*, *L. iraniensis*, *Fusicoccum aesculi* (*Botryosphaeria dothidea*), *B. mamane*, *Neofusicoccum parvum*, *N. brasiliense*, *Pseudofusicoccum stromaticum*, *F. fabricianum* e *Neoscytalidium dimidiatum*, estão entre os principais responsáveis por doenças fúngicas que afetam áreas produtoras de manga no Vale do São Francisco (COSTA et al., 2010; MARQUES et al., 2013a; MARQUES et al., 2013b).

O *L. theobromae* é um importante agente patogênico da mangueira, característico de regiões tropicais e subtropicais, sendo que essa espécie não é um patógeno exclusivo da mangueira, possuindo uma grande quantidade de espécies de plantas hospedeiras (PUNITHALINGAM, 1980). Esse patógeno tem seu processo de infecção facilitado por estresses ambientais, danos provocados por causas naturais ou por intervenções de animais, como no caso de pássaros, insetos e primatas ou até mesmo pelo próprio homem em virtude de práticas culturais inadequadas (PUNITHALINGAM, 1976; TAVARES et al., 1994). Segundo Batista et al. (2012), quando as condições são favoráveis o fungo infecta o ramo da planta, causando a seca do ramo infectado, que quando não controlada se alastra para outros ramos da mesma planta podendo chegar à atingir o tronco, causando a morte da planta.

O fungo *N. parvum* vem ganhado cada vez mais importância no Vale do São Francisco, sendo considerado um dos agentes mais comuns de morte descendente da mangueira, podendo infectar diferentes partes da planta como panículas, flores e frutos, quando não controlado o fungo se espalha por toda planta podendo levar a morte da planta, causando severas perdas em áreas onde ocorre o cultivo da mangueira (BATISTA et al., 2007).

Apesar de todos esses problemas causados por essas moléstias patogênicas poucos estudos tem sido realizados de caracterização agrônômica, que abordem avaliações para resistência genética às principais doenças na mangueira (BATISTA et al., 2012). Os trabalhos encontrados relacionados à resistência genética na mangueira são para antracnose (BALLY et al., 2013), oídio (NAQVI et al., 2014), malformação da mangueira (CHAKRABORTI; MISRA, 2014), seca da mangueira (ARRIEL et al., 2016) e podridões do fruto (BATISTA et al., 2012).

Para os programas de melhoramento é fundamental a obtenção de variedades que apresentem resistência a diversos fitopatógenos. Segundo Yorinori e Kiihl (2001), a utilização de variedades que possuem resistência a diversos fitopatógenos é o método mais indicado em virtude do seu menor custo, uma vez que, há um aumento do custo de produção da cultura para o controle dos patógenos, e da sua menor agressão ao meio ambiente reduzindo o uso de defensivos agrícolas.

O objetivo do presente estudo foi avaliar acessos de mangueira, pertencentes ao banco de germoplasma da Embrapa Semiárido, para resistência aos fungos *L. theobromae* e *N. parvum* em diferentes épocas do ano, para apoiar programas de melhoramento da cultura da mangueira.

MATERIAL E MÉTODOS

Material vegetal

Foram avaliados 78 acessos de mangueira (Tabela 1), pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Embrapa Semiárido, para resistência aos fungos *L. theobromae* e *N. parvum*. O BAG está localizado no Campo Experimental de Mandacaru, em Juazeiro, BA, nas coordenadas latitude: 09°24'S, longitude: 40°26'W. Cada acesso consta com quatro clones, com aproximadamente 24 anos, plantados no espaçamento de 10 m x 10 m. O sistema de irrigação adotado é de microaspersão. Podas foram realizadas periodicamente em clones dos acessos de mangueira para possibilitar a inoculação individualizada de cada fungo.

Tabela 1. Origem dos 75 acessos do Banco ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido avaliados para a doença morte-descente na mangueira.

Acessos	Origem	Acessos	Origem
‘Alfa’	Brasil	‘Juazeiro VI’	Brasil
‘Amarelinha’	Brasil	‘Keitt’	EUA
‘Ametista’	Brasil	‘Kent’	EUA
‘Apple DCG’	Tailândia	‘Langra’	Índia
‘Ataulfo’	México	‘Lita’	Embrapa
‘Beta’	Brasil	‘M- 13269’	EUA
‘Black Java’	Austrália	‘Malindi’	Índia
‘Bonita’	Brasil	‘Manila’	Filipinas
‘Bourbon’	Brasil	‘Manzanilo’	México
‘Brasil’	Brasil	‘Maya’	México
‘Carlotão’	Brasil	‘Momi-K’	EUA
‘Caxangá’	Brasil	‘Mon Amon DCG’	Tailândia
‘China’	Brasil	‘Morais’	Brasil
‘Comprida Roxa’	Brasil	‘Nego não Chupa’	Brasil
‘CPR’	Brasil	‘Néldica’	África do Sul
‘Da porta’	Brasil	‘Olour’	Índia
‘Dama de Ouro’	Brasil	‘Ômega’	Brasil
‘Dashehari’	Índia	‘Papo de Peru I’	Brasil
‘Eldon’	EUA	‘Parwin’	EUA
‘Espada’	Brasil	‘Pêssego’	Brasil
‘Espada Itaparica’	Brasil	‘Pêssego DPV’	Brasil
‘Espada Ouro’	Brasil	‘Pingo de Ouro DPV’	Brasil
‘Espada 35’	Brasil	‘Pingo de Ouro’	Brasil
‘Extrema’	Brasil	‘Primor de Amoreira’	Brasil
‘Favo de Mel’	Brasil	‘Princesa’	Brasil
‘Florigon’	EUA	‘R2 E2’	Austrália
‘Foice’	Brasil	‘Recife’	Brasil
‘Haden’	EUA	‘Rosa’	Brasil
‘Haden Rosa’	Brasil	‘Ruby’	EUA
‘Haden 2H’	Brasil	‘Salitre’	Brasil
‘Heidi’	África do Sul	‘Smith’	EUA
‘Irwin’	EUA	‘Tommy Atkins’	EUA
‘Itamaracá’	Brasil	‘Torbet’	EUA
‘Itiuba’	Brasil	‘Tyler Premier’	EUA
‘Joa’	África do Sul	‘Van Dyke’	EUA
‘Juazeiro II’	Brasil	‘Zill’	EUA
‘Juazeiro III’	Brasil	‘65’	EUA
‘Juazeiro IV’	Brasil		

Produção de inóculo

O isolado de *L. theobromae* utilizado para a realização do presente estudo, foi obtido originalmente do Laboratório de Micologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE.

Para o crescimento e desenvolvimento, os fungos foram cultivados durante 15 dias no meio de cultura ágar-água em placas de Petri. Com o desenvolvimento das estruturas reprodutivas, procedeu-se a extração de conídios mediante a remoção de picnídios, presentes nas colônias. A extração foi realizada com auxílio de almofariz contendo água-destilada-esterilizada e maceração dos picnídios com uso de pistilo. Posteriormente, realizou-se a filtração da suspensão, contagem de conídios em câmara Neubauer e ajuste da concentração da suspensão para 10^3 conídios/mL.

Inoculação e avaliação para sintomas de *L. theobromae* e *N. parvum*

Foram selecionados ramos contendo folhas jovens e aplicada uma suspensão de conídios de 10^3 conídios / mL de *L. theobromae* ou *N. parvum* com auxílio de um pulverizador manual. A suspensão de inóculo foi pulverizada nos ramos e folhas da planta até o escorrimento, sem causar lesão (DHINGRA; SINCLAIR, 1995). Após a pulverização do inóculo nos ramos e folhas, utilizou-se de sacos plásticos umedecidos, com água-destilada-esterilizada, para formar a câmara úmida por 48 horas (ALFENAS; FERREIRA, 2007). Para evitar que as folhas e ramos inoculados sofressem queimaduras pela incidência de raios solares, os sacos plásticos foram encobertos com sacos de papel. O desenvolvimento de sintomas de morte descendente foi avaliado cinco dias após a abertura da câmara úmida. Este procedimento foi repetido três vezes para o *L. theobromae* e duas vezes para o *N. parvum*, em diferentes períodos, em cada acesso avaliado.

O método de análise utilizado para avaliação da ausência de sintomas foi uma adaptação do método de porcentagem de infecção desenvolvido por Valiela (1952), utilizando-se a equação: ramos sem sintomas (RSS) = (número de ramos sem sintomas / número total de ramos avaliados) x 100. Plantas sem sintomas da doença em mais de 90% dos ramos, na média dos três períodos de inoculação diferentes para o *L. theobromae* e de dois períodos de inoculação diferentes para o *N. parvum*, foram considerados resistentes a *L. theobromae* ou *N. parvum*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Eficiência do procedimento de inoculação

Observou-se nas avaliações o surgimento dos sintomas característicos de morte-descendente, comprovando a eficiência das inoculações realizadas nos acessos com os fungos *L. theobromae* e *N. parvum* (Figura 2). Após cada avaliação foram feitas podas em todos os ramos inoculados com suspensões dos fungos para prevenir o desenvolvimento das infecções e evitar a contaminação de partes sadias da planta ou mesmo a morte da planta.

Avaliando-se as médias das três inoculações em diferentes épocas, observou-se que, quando inoculados com o fungo *L. theobromae*, os acessos ‘Caxangá’, ‘Néldica’, ‘R2 E2’, ‘Lita’, ‘Haden’, ‘Haden 2H’, ‘Manzanilo’, ‘Black Java’, ‘Keitt’, ‘Da porta’, ‘Ataulfo’, ‘Rosa’, ‘Pêssego DPV’, ‘Heidi’, ‘Malindi’, ‘Haden Rosa’, ‘Pingo de Ouro’, ‘Juazeiro VI’, ‘Recife’, ‘Smith’, ‘Espada’, ‘Espada Itaparica’, ‘Princesa’, ‘Irwin’, ‘Maya’, ‘Momi-K’, ‘Dashehari’, ‘Kent’, ‘Van Dayke’, ‘Apple DCG’ e ‘Ômega’ obtiveram média superior a 90% nas três avaliações feitas com o inóculo, sendo considerados resistentes ao fungo *L. theobromae* (Tabela 2). Já os acessos ‘Brasil’, ‘Pingo de Ouro DPV’, ‘Bonita’, ‘Carlotão’, ‘Zill’, ‘M-13269’, ‘Nego não Chupa’, ‘Espada 35’, ‘Comprida Roxa’, ‘Eldon’, ‘Torbet’, ‘Ametista’, ‘Florigon’, ‘Juazeiro IV’, ‘Bourbon’, ‘Espada Ouro’, ‘Ruby’, ‘Juazeiro III’, ‘Itiuba’, ‘Tommy Atkins’, ‘Papo de Peru I’, ‘Favo de Mel’, ‘Dama de Ouro’, ‘Pêssego’, ‘Langra’, ‘Olour’, ‘Primor de Amoreira’, ‘Mon Amon DCG’, ‘Morais’, ‘Alfa’, ‘Extrema’, ‘Tyler Premier’, ‘Juazeiro II’, ‘Parwin’, ‘Joa’, ‘Salitre’, ‘Foice’, ‘CPR’, ‘65’, ‘China’, ‘Beta’, ‘Manila’, ‘Amarelinha’ e ‘Itamaracá’ apresentaram média inferior a 90% nas três inoculações, sendo considerados suscetíveis ao fungo (Tabela 2).

Quando inoculados com o fungo *L. theobromae* os acessos ‘Apple DCG’, ‘Dashehari’, ‘Espada’, ‘Espada Itaparica’, ‘Juazeiro VI’, ‘Kent’, ‘Malindi’, ‘Maya’, ‘Momi-K’, ‘Ômega’, ‘Pingo de Ouro’, ‘Princesa’, ‘Recife’, ‘Haden’, ‘Haden Rosa’, ‘Heidi’, ‘Irwin’, ‘Smith’ e ‘Van Dyke’ apresentaram as maiores médias, igualando a porcentagem de 100% em relação à ausência de sintomas de morte descendente (Tabela 2). Por outro lado, os acessos ‘Brasil’, ‘Cartolão’, ‘M-13269’ e ‘Pingo de Ouro DPV’ apresentaram as menores médias, ficando abaixo de 50% nas três avaliações (Tabela 2).

Inoculando os mesmo 75 acessos com o fungo *N. parvum* em três épocas distintas foi observado que os acessos ‘Alfa’, ‘Apple DCG’, ‘Ataulfo’, ‘Da porta’, ‘Espada’, ‘Espada Ouro’, ‘Haden’, ‘Haden 2H’, ‘Heidi’, ‘Irwin’, ‘Keitt’, ‘Kent’, ‘Mom Amon DCG’, ‘Néldica’,

‘Parwin’, ‘Pingo de Ouro DPV’, ‘Recife’, ‘Smith’ e ‘Torbet’ obtiveram médias nas três inoculações superiores a 90% dos fluxos de ramos sem sintomas, sendo considerados resistentes aos sintomas de morte-descendente quando inoculados com o fungo, os demais acessos obtiveram médias inferiores a 90% sendo considerados susceptíveis ao fungo *N. parvum* (Tabela 2).

Tabela 2. Media de ramos sem sintomas (MRSS), em porcentagem, nas três e duas avaliações de acessos de mangueiras inoculados por *Lasiodiplodia theobromae* respectivamente.

Acessos	(MRSS)		Acessos	(MRSS)	
	<i>L. theobromae</i>	<i>N. parvum</i>		<i>L. theobromae</i>	<i>N. parvum</i>
‘Alfa’	77,8	100,0	‘Juazeiro VI’	100,0	58,3
‘Amarelinha’	88,9	33,3	‘Keitt’	93,3	100,0
‘Ametista’	55,6	16,7	‘Kent’	100,0	100,0
‘Apple DCG’	100,0	100,0	‘Langra’	66,7	33,3
‘Ataulfo’	94,4	100,0	‘Lita’	91,7	65,1
‘Beta’	88,9	66,7	‘M-13269’	44,4	33,3
‘Black Java’	91,7	66,7	‘Malindi’	100,0	83,3
‘Bonita’	38,9	33,3	‘Manila’	66,7	33,3
‘Bourbon’	58,3	66,7	‘Manzanilo’	91,7	66,7
‘Brasil’	20,0	66,7	‘Maya’	100,0	85,0
‘Carlotão’	41,7	50,0	‘Momi-K’	100,0	83,3
‘Caxangá’	90,9	50,0	‘Mon Amon DCG’	77,8	100,0
‘China’	83,3	66,7	‘Morais’	77,8	40,0
‘Comprida Roxa’	50,0	33,3	‘Nego não Chupa’	50,0	44,4
‘CPR’	83,3	66,7	‘Néldica’	91,7	100,0
‘Da porta’	93,3	100,0	‘Olour’	66,7	16,7
‘Dama de Ouro’	66,7	73,0	‘Ômega’	100,0	38,9
‘Dashehari’	100,0	93,0	‘Papo de Peru I’	66,7	66,7
‘Eldon’	50,0	83,3	‘Parwin’	83,3	100,0
‘Espada’	100,0	100,0	‘Pêssego’	66,7	44,4
‘Espada Itaparica’	100,0	50,0	‘Pêssego DPV’	95,8	50,0
‘Espada Ouro’	60,0	100,0	‘Pingo de Ouro DPV’	33,3	94,4
‘Espada 35’	50,0	33,3	‘Pingo de Ouro’	100,0	33,3
‘Extrema’	79,2	66,7	‘Primor de Amoreira’	76,2	44,4
‘Favo de Mel’	66,7	33,3	‘Princesa’	100,0	50,0
‘Florigon’	55,6	83,3	‘R2 E2’	91,7	55,6
‘Foice’	83,3	33,3	‘Recife’	100,0	100,0
‘Haden’	100,0	100,0	‘Rosa’	94,4	33,3
‘Haden Rosa’	100,0	88,9	‘Ruby’	61,9	63,3
‘Haden 2H’	91,7	100,0	‘Salitre’	83,3	83,3

‘Heidi’	100,0	100,0	‘Smith’	100,0	100,0
‘Irwin’	100,0	100,0	‘Tommy Atkins’	66,7	33,3
‘Itamaracá’	88,9	69,4	‘Torbet’	50,0	100,0
‘Itiuba’	66,7	33,3	‘Tyler Premier’	80,0	100,0
‘Joa’	83,3	33,3	‘Van Dyke’	100,0	66,7
‘Juazeiro II’	82,2	33,3	‘Zill’	44,4	77,8
‘Juazeiro III’	63,3	48,2	‘65’	66,7	33,3
‘Juazeiro IV’	58,3	33,3			

Um dos fatores que afetam de forma negativa ou até mesmo inviabilizam a produção de manga no Brasil são as doenças. Para o melhoramento genético, o desenvolvimento e a seleção de novas variedades são estratégias nessa área. De acordo com Queiroz e Lopes (2007), o acervo de recursos mantidos no banco de germoplasma, é uma estratégia que depende da amplitude da base genética disponível.

Alguns estudos relacionados a resistência genética da mangueira a doenças tem sido feito, como o caso da antracnose (Bally et al., 2013), oídio (Naqvi et al., 2014), mal formação floral e vegetal (Chakraborti e Misra, 2014) e seca da mangueira (Arriel et al., 2016).

Ainda são escassos trabalhos relacionados a resistência de acessos de mangueira a morte descendente causadas por fungos da família Botryosphaeriaceae.

Segundo Arriel et al. (2016) as cultivares Keitt, Tommy Atikins e Van Dyke foram consideradas mais resistência, enquanto as cultivares Espada e Haden foram consideradas as mais susceptíveis à doença seca-da-mangueira causada pelo fungo *C. fimbriata*. No presente trabalho observou-se que os acessos ‘Keitt’, ‘Haden’, ‘Espada’ e ‘Van Dyke’ apresentaram ausências de sintomas superiores a 90% nos ramos inoculados com o fungo *L. theobromae*, entretanto quando inoculados com *N. parvum* apenas os acessos ‘Keitt’, ‘Haden’ e ‘Espada’ apresentaram ausência de sintomas superiores a 90% para *N. parvum*, enquanto a cultivar ‘Van Dyke’ apresentou suscetibilidade aos sintomas da doença quando inoculada com *N. parvum*. O acesso ‘Tommy Atkins’ obteve presença de sintomas de 66,7% e 50,0%, sendo considerada susceptível às doenças, quando inoculada com os fungos *L. theobromae* e *N. parvum*.

Segundo Batista et al. (2012) os acessos ‘Favo-de-mel’, ‘Juazeiro VI’ e ‘Nego-não-chupa’ apresentaram maiores níveis de resistência as podridões no fruto causadas por *F. aesculi* e *N. parvum*. Já no presente estudo nenhum desses acessos apresentaram resistência aos sintomas de morte descendente provocada por *N. parvum*. ‘Juazeiro VI’ apresentou

resistência de 100% nas três avaliações aos sintomas de morte descendente quando inoculada com *L. theobromae* (Tabela 2).

No presente trabalho os acessos ‘Apple DCG’, ‘Ataulfo’, ‘Da porta’, ‘Dashehari’, ‘Espada’, ‘Haden’, ‘Haden 2H’, ‘Heidi’, ‘Irwin’, ‘Keitt’, ‘Kent’, ‘Néldica’, ‘Recife’ e ‘Smith’ apresentaram resistência aos dois patógenos, sendo considerados os mais promissores (Tabela 2). Vale destacar que os acessos ‘Espada’, ‘Haden’ e ‘Keitt’ foram consideradas como resistentes para esses dois patógenos nas avaliações efetuadas no capítulo da presente dissertação.

Entres as variedades cultivadas com maior frequência na região do Vale do São Francisco estão a Tommy Atkins, a Haden, a Keitt, a Kent, a Rosa e a Espada (LIMA NETO et al., 2010). Entre essas, a Haden (Figura 1), a Keitt, a Kent e a Espada apresentaram resistência tanto ao *L. theobromae* como ao *N. parvum*. Já a acesso Rosa apresentou resistência a *L. theobromae*, sendo considerada suscetível ao *N. parvum*. A variedade Tommy Atkins, que segundo Lima Neto et al. (2010) é atualmente a mais cultivada na região do Vale do São Francisco, foi susceptível (Figura 1) a ambos os patógenos do presente estudo.



Figura 1. Suscetibilidade em mangueiras Tommy Atkins à morte-descendente quando inoculados com *Lasiodiplodia theobromae* (A) e *Neofusicoccum parvum* (B) e a resistência da variedade Haden aos fungos *L. theobromae* (C) e *N. parvum* (D).

CONCLUSÕES

‘Apple DCG’, ‘Ataulfo’, ‘Da porta’, ‘Dashehari’, ‘Espada’, ‘Haden’, ‘Haden 2H’, ‘Heidi’, ‘Irwin’, ‘Keitt’, ‘Kent’, ‘Néldica’, ‘Recife’ e ‘Smith’ apresentaram resistência aos dois patógenos, sendo bastante promissoras para programas de melhoramento.

O acesso ‘Rosa’ apresentou resistência a *L. theobromae*, sendo considerada suscetível ao *N. parvum*, enquanto ‘Tommy Atkins’, a mais cultivada no VSF, foi susceptível a ambos os patógenos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFENAS, A. C.; FERREIRA, F. A. **Inoculação de fungos fitopatogênicos. Métodos em fitopatologia** (Alfenas AC and Mafia RG, eds.). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. p. 117–138, 2007.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Gazeta do Sul, p. 62–65, 2016.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Gazeta do Sul, p. 60–63, 2017.

ARRIEL, D. A. A.; GUIMARÃES, L. M. S.; RESENDE, M. D. V.; LIMA NETO, F. P.; SILVA, D. F. S. H. S.; SIQUEIRA, D. L.; ALFENAS, A. C. Genetic control of resistance on *Mangifera indica* to *Ceratocystis wilt*. **Scientia Horticulturae**. 211:312–318, 2016.

BALLY, I. S. E.; AKEM, C. N.; DILLON, N. L.; GRICE, C.; LAKHESAR, D.; STOCKDALE, K. Screening and breeding for genetic resistance to anthracnose in mango. **Acta Horticulturae**. 992:239–244, 2013.

BATISTA, D. C.; LIMA, M. F.; MAGALHÃES, E. E.; JÚNIOR, E. F. A. Detecção de infecções quiescentes de fungos em frutos de mangueira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 40., Maringá. **Anais** p. 244, 2007.

BATISTA, D. C.; LIMA NETO, F. P.; BARBOSA, J. S.; AMORIM, C. C.; BARBOSA, M. A. G. Avaliação da resistência de 47 acessos de mangueira aos fungos *Fusicoccum aesculis* e *Neofusicoccum parvum*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, p. 823–831, 2012.

CHAKRABORTI, K.; MISRA, D. K.; Evaluation of taxa for tolerance against floral malformation in Gangetic West Bengal. **Universal Journal of Plant Science**. 2:27-30, 2014.

COSTA, V. S. O.; MICHEREFF, S. J.; MARTINS, R. B.; GAVA, C. A. T.; MIZUBUTI, E. S. G.; CAMARA, M. P. S. Species of Botryosphaeriaceae associated on mango in Brazil. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 127, n. 4, p. 509–519, 2010.

DHINGRA, O. D.; SINCLAIR, J. B. **Basic plant pathology methods**, 2. ed. CRC Press, Boca Raton, 1995.

LIMA NETO, F. P.; SANTOS, C. A. F.; COSTA, J. G. **Cultivo da mangueira**. Petrolina-PE: Embrapa Semiárido, 2010. (Sistemas de Produção, 2, 2^aed.). Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mangueira/Cultivoda_Mangueira_2ed/cultivares.htm/. Acesso em: Novembro de 2017.

MARQUES, M. W.; LIMA, N. B.; MORAIS JÚNIOR, M. A.; BARBOSA, M. A. G.; SOUZA, B. O.; MICHEREFF, S. J.; PHILLIPS, A. J. L.; CÂMARA, M. P. S. Species of *Lasiodiplodia* associated with mango in Brazil. **Fungal Divers.** v.61, p.181-193, 2013a.

MARQUES, M. W.; LIMA, N. B.; MORAIS JÚNIOR, M. A.; MICHEREFF, S. J.; PHILLIPS, A. J. L.; CÂMARA, M. P. S. *Botryosphaeria*, *Neofusicoccum*, *Neoscytalidium* and *Pseudofusicoccum* species associated with mango in Brazil. **Fungal Divers.** v.61, p.195-208, 2013b.

NAQVI, S. H.; PERVEEN, R.; MANZOOR, S.; UMAR, H. I.; IQBAL, M.; LIAQUAT, F.; MAJID, T.; IRSHAD, A. Evaluation of various mango varieties against the infection dynamics of powdery mildew (*Oidium mangiferae* Bert.). **American Journal of Plant Sciences.** 5:2372–2377, 2014.

PUNITHALINGAM, E. **Botryodiplodia theobromae. Description of Pathogenic Fungi and bacteria.** Kew: Commonwealth Mycological Institute, n.519, p. 3, 1976.

PUNITHALINGAM, E. **Plant diseases attributed to Botryodiplodia theobromae.** Vaduz: Pat. J. Cramer, p. 123, 1980.

QUEIROZ, M. A.; LOPES, M. A. **Importância dos recursos genéticos vegetais para o agronegócio**. In: NASS, L. L. (ed). Recursos Genéticos Vegetais. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Brasília, DF. p. 63-119, 2007.

TAVARES, S. C. C. H.; BARRETO, D. S. B.; AMORIM, L. R. Levantamento do comportamento de *Botryodiplodia theobromae* em videira na região semi-árida. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 13., 1994, Bahia. **Anais**. Salvador: Sociedade Brasileira de Fruticultura, p.933–934, 1994.

TERAO, D.; BATISTA, D. C.; RIBEIRO, I. J. A. Doenças da mangueira (*Mangifera indica* L.) In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.) **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 5 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v. 2, Cap. 54, p. 523–533, 2016.

VALIELA, M. F. **Introducción a la Fitopatología**, 2ª ed. Buenos Aires, Talleres Gráficos “Gadda”. 1952.

YORINORI, J. T.; KIIHL, R. A. S. Melhoramento de plantas visando resistência a doenças. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento: plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, p. 715–736, 2001.

CONCLUSÕES GERAIS

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a herança da resistência aos fungos *L. theobromae* e *N. parvum* em progênies pseudo F2 resultantes do cruzamento entre as cultivares ‘Haden’ x ‘Tommy Atkins’, ‘Espada’ x ‘Tommy Atkins’ e ‘Keitt x Tommy Atkins’, assim como avaliar a resistência aos mesmo patógenos em acessos de mangueira em diferentes épocas do ano, para apoiar programas de melhoramento da cultura da mangueira.

O Capítulo I descreve estudos de avaliação em progênies pseudo F2 resultantes do cruzamentos entre as cultivares ‘Espada’ x ‘Tommy Atkins’, ‘Haden’ x ‘Tommy Atkins’ e ‘Keitt’ x ‘Tommy Atkins’.

Os principais resultados do I capítulo foram:

- Quando inoculados com *L. theobromae* os três cruzamentos apresentaram resistência monogênica conferida por alelos recessivos.
- Quando inoculados com *N. parvum* o cruzamento 'Keitt' x 'Tommy Atkins' apresentou resistência recessiva com segregação monogênica 3: 1.
- Os cruzamentos 'Haden' x 'Tommy Atkins' e 'Espada x 'Tommy Atkins' quando inoculados com *N. parvum* apresentaram resistência recessiva, com segregação epistática 9: 7.
- Progênies resistentes podem ser selecionadas na geração F2 para *L. theobromae* e *N. parvum*, sem a necessidade de autofecundações para seleção nas gerações subsequentes.
- A ocorrência de herança mono ou digênica aumenta a possibilidade de plantas com dupla resistência a essas doenças fúngicas.

O Capítulo II descreve estudos de avaliação em acessos de mangueira para resistência a morte descendente, inoculando os fungos *L. theobromae* e *N. parvum*, para identificar acessos que apresentem características de resistências a ambos os patógenos.

Os principais resultados do II capítulo foram:

- Os acessos ‘Apple DCG’, ‘Ataulfo’, ‘Da porta’, ‘Dashehari’, ‘Espada’, ‘Haden’, ‘Haden 2H’, ‘Heidi’, ‘Irwin’, ‘Keitt’, ‘Kent’, ‘Néldica’, ‘Recife’ e ‘Smith’ apresentaram resistência tanto ao *L. theobromae*, quanto ao *N. parvum*, sendo bastante promissoras para programas de melhoramento.
- O acesso ‘Rosa’ apresentou resistência a *L. theobromae*, no entanto foi considerada suscetível ao *N. parvum*.

- A ‘Tommy Atkins’, a mais cultivada no VSF, apresentou suscetibilidade a ambos os patógenos.

COELHO, W. C. P. **Variabilidade e herança da resistência de mangueira (*Mangifera indica* L.) aos fungos *Lasiodiplodia theobromae* e *Neofusicoccum parvum***. UEFS – Universidade Estadual de Feira de Santana. Dissertação. p. 74, 2018.

Orientador: PhD. Carlos Antonio Fernandes Santos

RESUMO

Os fungos *Lasiodiplodia theobromae* e *Neofusicoccum parvum* são patógenos que podem limitar a produção da mangueira devido a doença morte-descendente, que ambos ocasionam na cultura. Estudos de herança da resistência e da variabilidade em acessos para doenças fúngicas em mangueira, em geral, são bastante limitados, apesar da sua importância para o desenvolvimento de cultivares. Este estudo teve como objetivos 1) avaliar a herança da resistência à doença morte-descendente causadas por *L. theobromae* e *N. parvum* em três cruzamentos, e 2) avaliar 75 acessos de mangueira para resistência aos dois fungos, para apoiar programas de melhoramento da cultura. Foram selecionados ramos jovens contendo folhas jovens para aplicação, com auxílio de pulverizador manual, de suspensão de conídios de 10^3 conídios/mL de *L. theobromae* ou *N. parvum*. Após a inoculação, as folhas foram protegidas em câmara úmida de plástico durante 48 horas. A infecção foi estimada tomando-se ramos sem sintomas / número total de ramos inoculados. As plantas sem sintomas de doença em mais de 90% dos ramos, em diferentes períodos de inoculação, foram consideradas resistentes. Foi observada resistência monogênica conferida por alelos recessivos para *L. theobromae*, para os três cruzamentos avaliados, apesar da segregação 13:3 para ‘Keitt’ x ‘Tommy Atkins’. Para *N. parvum* foi observada resistência recessiva com segregação monogênica 3:1 no cruzamento ‘Keitt’ x ‘Tommy Atkins’ e segregação epistática 9:7 nos cruzamentos ‘Haden’ x ‘Tommy Atkins’ e ‘Espada x ‘Tommy Atkins’. Os acessos ‘Apple DCG’, ‘Ataulfo’, ‘Da porta’, ‘Dashehari’, ‘Espada’, ‘Haden’, ‘Haden 2H’, ‘Heidi’, ‘Irwin’, ‘Keitt’, ‘Kent’, ‘Néldica’, ‘Recife’ e ‘Smith’ apresentaram resistência aos dois patógenos, sendo bastante promissoras para programas de melhoramento. ‘Rosa’ apresentou resistência a *L. theobromae*, sendo considerada suscetível ao *N. parvum*. ‘Tommy Atkins’, a mais cultivada no vale do São Francisco, foi susceptível a ambos os patógenos. A herança mono ou digênica observada no presente estudo indica a possibilidade de seleção na geração imediata aos cruzamentos, bem como a possibilidade da identificação de plantas com resistência dupla a *L. theobromae* e *N. parvum* em mangueira.

Palavras-chave: Botryosphaeriaceae; *Lasiodiplodia theobromae*; *Neofusicoccum parvum*; inoculação; germoplasma.

COELHO, W. C. P. **Variabilidade e herança da resistência de mangueira (*Mangifera indica* L.) aos fungos *Lasiodiplodia theobromae* e *Neofusicoccum parvum***. UEFS – Universidade Estadual de Feira de Santana. Dissertação. p. 74, 2018.

Orientador: PhD. Carlos Antonio Fernandes Santos

ABSTRACT

The fungi *Lasiodiplodia theobromae* and *Neofusicoccum parvum* are pathogens responsible for reducing mango yield due to dieback, which both cause in the culture. Inheritance studies and variability in accessions for fungal diseases in mango, in general, are quite limited, despite their importance for the development of cultivars. The goals of this study were 1) to evaluate the inheritance of resistance to dieback disease caused by *L. theobromae* and *N. parvum* in three crossings, and 2) evaluate 75 mango accessions for resistance to these fungi to support mango breeding programs. Young branches containing young leaves were selected, and suspension of 10^3 conidia/mL of *L. theobromae* or *N. parvum* was sprayed, separately. After inoculation, leaves were protected in a plastic wet chamber for 48 hours. The infection was estimated by taking the branches without symptoms/total number of inoculated branches. Plants without disease symptoms in more than 90% of the branches were considered as resistant. Monogenic resistance, conferred by recessive alleles, was observed for *L. theobromae* for the three crossings evaluated, despite the 13:3 segregation detected for 'Keitt' x 'Tommy Atkins'. For *N. parvum*, recessive resistance with 3:1 monogenic segregation was observed in the crossing 'Keitt' x 'Tommy Atkins', and 9:7 epistatic segregation was observed in the crossing 'Haden' x 'Tommy Atkins' and 'Espada' x 'Tommy Atkins'. 'Apple DCG', 'Ataulfo', 'Da porta', 'Dashehari', 'Espada', 'Haden', 'Haden 2H', 'Heidi', 'Irwin', 'Keitt', 'Kent', 'Néldica', 'Recife' and 'Smith' were resistant to both pathogens, being promising for breeding programs. 'Rosa' are resistant to *L. theobromae*, and susceptible to *N. parvum*. 'Tommy Atkins', the most grown cultivar in the São Francisco valley, was susceptible to both pathogens. The mono or digenic inheritance observed in the present study indicates the possibility of selection in the F2 generation and identification of plants with double resistance to *L. theobromae* and *N. parvum* in mango trees.

Keywords: Botryosphaeriaceae; *Lasiodiplodia theobromae*; *Neofusicoccum parvum*; inoculation; germplasm.

ANEXOS

ANEXO A. Avaliação em acessos para resistência ao fungo *Lasiodiplodia theobromae*.

Acessos	Data	Avaliação	Ramos			
			Inoculados	Com Sintomas	Sem Sintomas	% sem sintomas
65	20/04/2016	1 ^a	2	2	0	0
65	01/11/2016	2 ^a	2	0	2	100
65	16/11/2016	3 ^a	3	0	3	100
Média						66,7
Alfa	20/04/2016	1 ^a	3	1	2	66,7
Alfa	22/09/2016	2 ^a	4	0	4	100
Alfa	01/11/2016	3 ^a	6	2	4	66,7
Média						77,8
Amarelinha	20/04/2016	1 ^a	3	1	2	66,7
Amarelinha	01/11/2016	2 ^a	10	0	10	100
Amarelinha	16/11/2016	3 ^a	10	0	10	100
Média						88,9
Ametista	20/04/2016	1 ^a	4	0	4	100
Ametista	01/11/2016	2 ^a	6	6	0	0
Ametista	02/05/2017	3 ^a	3	1	2	66,7
Média						55,6
Apple DCG	20/04/2016	1 ^a	3	0	3	100
Apple DCG	22/09/2016	2 ^a	3	0	3	100
Apple DCG	01/11/2016	3 ^a	5	0	5	100
Média						100
Ataulfo	20/04/2016	1 ^a	6	1	5	83,3
Ataulfo	22/09/2016	2 ^a	2	0	2	100
Ataulfo	01/11/2016	3 ^a	3	0	3	100
Média						94,4
Beta	20/04/2016	1 ^a	6	2	4	66,7
Beta	01/11/2016	3 ^a	3	0	3	100
Beta	16/11/2016	4 ^a	1	0	1	100
Média						88,9
Black Java	20/04/2016	1 ^a	2	0	2	100
Black Java	01/11/2016	2 ^a	3	0	3	100
Black Java	16/11/2016	3 ^a	4	1	3	75
Média						91,7
Bonita	20/04/2016	1 ^a	6	2	4	66,7
Bonita	22/09/2016	2 ^a	2	2	0	0
Bonita	01/11/2016	3 ^a	2	1	1	50
Média						38,9
Bourbom	20/04/2016	1 ^a	4	1	3	75
Bourbom	22/09/2016	2 ^a	2	0	2	100
Bourbom	01/11/2016	3 ^a	2	2	0	0
Média						58,3
Brasil	20/04/2016	1 ^a	5	4	1	20

Brasil	22/09/2016	2 ^a	3	3	0	0
Brasil	02/05/2017	3 ^a	5	3	2	40
Média						20
Carlotão	01/11/2016	1 ^a	2	1	1	50
Carlotão	14/12/2016	2 ^a	4	1	3	75
Carlotão	02/05/2017	3 ^a	6	6	0	0
Média						41,7
Caxangá	20/04/2016	1 ^a	11	3	8	72,7
Caxangá	01/11/2016	3 ^a	3	0	3	100
Caxangá	16/11/2016	4 ^a	5	0	5	100
Média						90,9
China	20/04/2016	1 ^a	2	1	1	50
China	22/09/2016	2 ^a	2	0	2	100
China	16/11/2016	4 ^a	1	0	1	100
Média						83,3
Comp. Roxa	20/04/2016	1 ^a	7	0	7	100
Comp. Roxa	22/09/2016	2 ^a	2	2	0	0
Comp. Roxa	02/05/2017	3 ^a	4	2	2	50
Média						50
CPR	20/04/2016	1 ^a	7	0	7	100
CPR	01/11/2016	2 ^a	2	0	2	100
CPR	16/11/2016	3 ^a	2	1	1	50
Média						83,3
Da porta	20/04/2016	1 ^a	2	0	2	100
Da porta	01/11/2016	2 ^a	5	1	4	80
Da porta	16/11/2016	3 ^a	2	0	2	100
Média						93,3
Dama de Ouro	20/04/2016	1 ^a	2	0	2	100
Dama de Ouro	01/11/2016	2 ^a	4	0	4	100
Dama de Ouro	02/05/2017	3 ^a	2	2	0	0
Média						66,7
Dashehari	01/11/2016	1 ^a	2	0	2	100
Dashehari	16/11/2016	2 ^a	5	0	5	100
Dashehari	02/05/2017	3 ^a	2	0	2	100
Média						100
Eldon	20/04/2016	1 ^a	1	1	0	0
Eldon	22/09/2016	2 ^a	3	0	3	100
Eldon	01/11/2016	3 ^a	2	1	1	50
Média						50
Espada 35	20/04/2016	1 ^a	2	1	1	50
Espada 35	22/09/2016	2 ^a	3	0	3	100
Espada 35	01/11/2016	3 ^a	3	3	0	0
Média						50
Espada Itaparica	20/04/2016	1 ^a	5	0	5	100
Espada Itaparica	01/11/2016	2 ^a	3	0	3	100
Espada Itaparica	16/11/2016	3 ^a	2	0	2	100

Média						100
Espada Ouro	20/04/2016	1 ^a	5	1	4	80
Espada Ouro	01/11/2016	2 ^a	4	0	4	100
Espada Ouro	02/05/2017	3 ^a	4	4	0	0
Média						60
Espada	01/11/2016	1 ^a	4	0	4	100
Espada	02/05/2017	2 ^a	2	0	2	100
Espada	09/05/2016	3 ^a	5	0	5	100
Média						100
Extrema	20/04/2016	1 ^a	8	1	7	87,5
Extrema	22/09/2016	2 ^a	2	1	1	50
Extrema	01/11/2016	3 ^a	6	0	6	100
Média						79,2
Favo de Mel	22/09/2016	2 ^a	3	3	0	0
Favo de Mel	01/11/2016	3 ^a	2	0	2	100
Favo de Mel	16/11/2016	4 ^a	2	0	2	100
Média						66,7
Florigon	20/04/2016	1 ^a	2	1	1	50
Florigon	01/11/2016	3 ^a	3	1	2	66,7
Florigon	16/11/2016	4 ^a	2	1	1	50
Média						55,6
Foice	20/04/2016	1 ^a	3	0	3	100
Foice	22/09/2016	2 ^a	2	1	1	50
Foice	02/05/2017	3 ^a	2	0	2	100
Média						83,3
Haden 2H	22/09/2016	2 ^a	2	0	2	100
Haden 2H	01/11/2016	3 ^a	4	1	3	75
Haden 2H	16/11/2016	4 ^a	5	0	5	100
Média						91,7
Haden Rosa	20/04/2016	1 ^a	7	0	7	100
Haden Rosa	16/11/2016	2 ^a	2	0	2	100
Haden Rosa	02/05/2017	3 ^a	2	0	2	100
Média						100
Haden	01/11/2016	1 ^a	2	0	2	100
Haden	20/04/2017	2 ^a	1	0	1	100
Haden	02/05/2016	3 ^a	2	0	2	100
Média						100
Heidi	01/11/2016	1 ^a	4	0	4	100
Heidi	16/11/2016	3 ^a	4	0	4	100
Heidi	02/05/2017	4 ^a	2	0	2	100
Média						100
Irwin	01/11/2016	1 ^a	2	0	2	100
Irwin	16/11/2016	2 ^a	2	0	2	100
Irwin	02/05/2017	3 ^a	2	0	2	100
Média						100
Itamaracá	20/04/2016	1 ^a	2	0	2	100

Itamaracá	22/09/2016	2 ^a	3	1	2	66,7
Itamaracá	01/11/2016	3 ^a	2	0	2	100
Média						88,9
Itiuba	20/04/2016	1 ^a	2	0	2	100
Itiuba	22/09/2016	2 ^a	2	1	1	50
Itiuba	01/11/2016	3 ^a	2	1	1	50
Média						66,7
Joa	20/04/2016	1 ^a	7	0	7	100
Joa	01/11/2016	2 ^a	6	0	6	100
Joa	02/05/2017	3 ^a	2	1	1	50
Média						83,3
Juazeiro II	20/04/2016	1 ^a	4	0	4	100
Juazeiro II	22/09/2016	2 ^a	5	1	4	80
Juazeiro II	01/11/2016	3 ^a	3	1	2	66,7
Média						82,2
Juazeiro III	20/04/2016	1 ^a	5	3	2	40
Juazeiro III	22/09/2016	2 ^a	2	1	1	50
Juazeiro III	01/11/2016	3 ^a	6	0	6	100
Média						63,3
Juazeiro IV	20/04/2016	1 ^a	4	0	4	100
Juazeiro IV	01/11/2016	2 ^a	4	1	3	75
Juazeiro IV	02/05/2017	3 ^a	4	4	0	0
Média						58,3
Juazeiro VI	20/04/2016	1 ^a	2	0	2	100
Juazeiro VI	01/11/2016	2 ^a	3	0	3	100
Juazeiro VI	14/12/2016	3 ^a	4	0	4	100
Média						100
Keitt	20/04/2016	1 ^a	10	2	8	80
Keitt	01/11/2016	2 ^a	2	0	2	100
Keitt	16/11/2016	3 ^a	3	0	3	100
Média						93,3
Kent	20/04/2016	1 ^a	1	0	1	100
Kent	01/11/2016	3 ^a	5	0	5	100
Kent	16/11/2016	4 ^a	2	0	2	100
Média						100
Langra	01/11/2016	1 ^a	4	0	4	100
Langra	16/11/2016	2 ^a	2	0	2	100
Langra	02/05/2017	3 ^a	2	2	0	0
Média						66,7
Lita	20/04/2016	1 ^a	2	0	2	100
Lita	01/11/2016	2 ^a	4	1	3	75
Lita	16/11/2016	3 ^a	3	0	3	100
Média						91,7
M- 13269	20/04/2016	1 ^a	3	2	1	33,3
M- 13269	22/09/2016	2 ^a	1	1	0	0
M- 13269	01/11/2016	3 ^a	2	0	2	100

Média						44,4
Malindi	20/04/2016	1 ^a	3	0	3	100
Malindi	22/09/2016	2 ^a	4	0	4	100
Malindi	01/11/2016	3 ^a	3	0	3	100
Média						100
Manila	20/04/2016	1 ^a	1	0	1	100
Manila	22/09/2016	2 ^a	4	4	0	0
Manila	01/11/2016	3 ^a	3	0	3	100
Média						66,7
Manzanilo	20/04/2016	1 ^a	4	1	3	75
Manzanilo	22/09/2016	2 ^a	2	0	2	100
Manzanilo	01/11/2016	3 ^a	2	0	2	100
Média						91,7
Maya	20/04/2016	1 ^a	7	0	7	100
Maya	01/11/2016	2 ^a	2	0	2	100
Maya	16/11/2016	3 ^a	1	0	1	100
Média						100
Momi-K	20/04/2016	1 ^a	5	0	5	100
Momi-K	01/11/2016	2 ^a	2	0	2	100
Momi-K	16/11/2016	3 ^a	3	0	3	100
Média						100
Mon Amon DCG	20/04/2016	1 ^a	3	0	3	100
Mon Amon DCG	01/11/2016	2 ^a	5	0	5	100
Mon Amon DCG	16/11/2016	3 ^a	3	2	1	33,3
Média						77,8
Morais	20/04/2016	1 ^a	3	2	1	33,3
Morais	01/11/2016	2 ^a	2	0	2	100
Morais	02/05/2017	3 ^a	2	0	2	100
Média						77,8
Nego não Chupa	20/04/2016	1 ^a	8	4	4	50
Nego não Chupa	16/11/2016	2 ^a	1	0	1	100
Nego não Chupa	14/12/2016	3 ^a	2	2	0	0
Média						50
Néldica	22/09/2016	1 ^a	4	1	3	75
Néldica	01/11/2016	2 ^a	4	0	4	100
Néldica	16/11/2016	3 ^a	7	0	7	100
Média						91,7
Olour	01/11/2016	1 ^a	2	0	2	100
Olour	16/11/2016	2 ^a	3	0	3	100
Olour	02/05/2017	3 ^a	1	1	0	0
Média						66,7
Ômega	22/09/2016	1 ^a	2	0	2	100
Ômega	01/11/2016	2 ^a	4	0	4	100

Ômega	16/11/2016	3 ^a	2	0	2	100
Média						100
Papo de Peru I	20/04/2016	1 ^a	8	0	8	100
Papo de Peru I	01/11/2016	2 ^a	3	0	3	100
Papo de Peru I	16/11/2016	3 ^a	2	2	0	0
Média						66,7
Parwin	20/04/2016	1 ^a	3	0	3	100
Parwin	01/11/2016	2 ^a	2	1	1	50
Parwin	16/11/2016	3 ^a	3	0	3	100
Média						83,3
Pêssego	22/09/2016	1 ^a	6	2	4	66,7
Pêssego	01/11/2016	2 ^a	3	2	1	33,3
Pêssego	16/11/2016	3 ^a	5	0	5	100
Média						66,7
Pêssego DPV	20/04/2016	1 ^a	8	1	7	87,5
Pêssego DPV	01/11/2016	2 ^a	2	0	2	100
Pêssego DPV	02/05/2017	3 ^a	4	0	4	100
Média						95,8
Pingo de Ouro DPV	20/04/2016	1 ^a	4	3	1	25
Pingo de Ouro DPV	01/11/2016	2 ^a	2	2	0	0
Pingo de Ouro DPV	02/05/2017	3 ^a	4	1	3	75
Média						33,3
Pingo de Ouro	20/04/2016	1 ^a	3	0	3	100
Pingo de Ouro	01/11/2016	2 ^a	3	0	3	100
Pingo de Ouro	16/11/2016	3 ^a	2	0	2	100
Média						100
Primor de Amoreira	20/04/2016	1 ^a	4	0	4	100
Primor de Amoreira	01/11/2016	2 ^a	7	5	2	28,6
Primor de Amoreira	16/11/2016	3 ^a	2	0	2	100
Média						76,2
Princesa	20/04/2016	1 ^a	5	0	5	100
Princesa	01/11/2016	2 ^a	2	0	2	100
Princesa	16/11/2016	3 ^a	2	0	2	100
Média						100
R2 E2	20/04/2016	1 ^a	2	0	2	100
R2 E2	22/09/2016	2 ^a	4	1	3	75
R2 E2	01/11/2016	3 ^a	3	0	3	100
Média						91,7
Recife	20/04/2016	1 ^a	6	0	6	100
Recife	22/09/2016	2 ^a	3	0	3	100
Recife	01/11/2016	3 ^a	2	0	2	100

Média						100
Rosa	20/04/2016	1 ^a	2	0	2	100
Rosa	01/11/2016	2 ^a	4	0	4	100
Rosa	02/05/2017	3 ^a	6	1	5	83,3
Média						94,4
Ruby	20/04/2016	1 ^a	7	1	6	85,7
Ruby	01/11/2016	2 ^a	2	2	0	0
Ruby	16/11/2016	3 ^a	4	0	4	100
Média						61,9
Salitre	20/04/2016	1 ^a	5	0	5	100
Salitre	22/09/2016	2 ^a	2	1	1	50
Salitre	01/11/2016	3 ^a	2	0	2	100
Média						83,3
Smith	20/04/2016	1 ^a	3	0	3	100
Smith	01/11/2016	2 ^a	2	0	2	100
Smith	16/11/2016	3 ^a	2	0	2	100
Média						100
Tommy Atkins	20/04/2016	1 ^a	2	2	0	0
Tommy Atkins	01/11/2016	2 ^a	3	0	3	100
Tommy Atkins	16/11/2016	3 ^a	3	0	3	100
Média						66,7
Torbet	20/04/2016	1 ^a	2	0	2	100
Torbet	01/11/2016	2 ^a	2	1	1	50
Torbet	02/05/2017	3 ^a	3	3	0	0
Média						50
Tyler Premier	20/04/2016	1 ^a	10	2	8	80
Tyler Premier	01/11/2016	2 ^a	1	0	1	100
Tyler Premier	14/12/2016	3 ^a	5	2	3	60
Média						80
Van Dyke	22/09/2016	1 ^a	4	0	4	100
Van Dyke	01/11/2016	2 ^a	2	0	2	100
Van Dyke	16/11/2016	3 ^a	4	0	4	100
Média						100
Zill	20/04/2016	1 ^a	1	1	0	0
Zill	22/09/2016	2 ^a	3	2	1	33,3
Zill	01/11/2016	3 ^a	2	0	2	100
Média						44,4

ANEXO B. Avaliação em acessos para resistência ao fungo *Neofusicoccum parvum*.

Acessos	Data	Avaliação	Ramos			
			Inoculados	Com Sintomas	Sem Sintomas	% sem sintomas
65	10/03/2017	1 ^a	1	1	0	0
65	28/03/2017	2 ^a	2	2	0	0
65	15/03/2018	3 ^a	2	0	2	100
Média						33,3
Alfa	10/03/2017	1 ^a	3	0	3	100
Alfa	28/03/2017	2 ^a	3	0	3	100
Alfa	15/03/2017	3 ^a	5	0	5	100
Média						100
Amarelinha	28/03/2017	1 ^a	3	3	0	0
Amarelinha	14/06/2017	2 ^a	2	2	0	0
Amarelinha	15/03/2018	3 ^a	7	0	7	100
Média						33,3
Ametista	10/03/2017	1 ^a	2	2	0	0
Ametista	28/03/2017	2 ^a	5	5	0	0
Ametista	15/03/2018	3 ^a	4	2	2	50
Média						16,7
Apple DCG	20/04/2016	1 ^a	3	0	3	100
Apple DCG	22/09/2016	2 ^a	3	0	3	100
Apple DCG	15/03/2018	3 ^a	2	0	2	100
Média						100
Ataulfo	10/03/2017	1 ^a	2	0	2	100
Ataulfo	28/03/2017	2 ^a	2	0	2	100
Ataulfo	15/03/2018	3 ^a	2	0	2	100
Média						100
Beta	10/03/2017	1 ^a	4	0	4	100
Beta	28/03/2017	3 ^a	2	2	0	0
Beta	15/03/2018	3 ^a	4	0	4	100
Média						66,7
Black Java	10/03/2017	1 ^a	2	2	0	0
Black Java	28/03/2017	2 ^a	2	0	2	100
Black Java	15/03/2018	3 ^a	2	0	2	100
Média						66,7
Bonita	10/03/2017	1 ^a	2	2	0	0
Bonita	28/03/2017	2 ^a	1	1	0	0
Bonita	15/03/2018	3 ^a	2	0	2	100
Média						33,3
Bourbom	28/03/2017	1 ^a	4	2	2	50
Bourbom	15/03/2018	2 ^a	5	0	5	100
Bourbom	29/03/2018	3 ^a	2	1	1	50
Média						66,7
Brasil	10/03/2017	1 ^a	3	0	3	100

Brasil	28/03/2017	2 ^a	1	1	0	0
Brasil	15/03/2018	3 ^a	3	0	3	100
Média						66,7
Carlotão	28/03/2017	1 ^a	2	2	0	0
Carlotão	15/03/2018	2 ^a	2	1	1	50
Carlotão	29/03/2018	3 ^a	3	0	3	100
Média						50
Caxangá	10/03/2017	1 ^a	2	1	1	50
Caxangá	28/03/2017	2 ^a	2	2	0	0
Caxangá	15/03/2018	3 ^a	2	0	2	100
Média						50
China	10/03/2017	1 ^a	3	0	3	100
China	14/06/2017	2 ^a	1	0	1	100
China	15/03/2018	3 ^a	2	2	0	0
Média						66,7
Comp. Roxa	10/03/2017	1 ^a	4	0	4	100
Comp. Roxa	28/03/2017	2 ^a	4	4	0	0
Comp. Roxa	15/03/2018	3 ^a	2	2	0	0
Média						33,3
CPR	10/03/2017	1 ^a	5	0	5	100
CPR	28/03/2017	2 ^a	3	0	3	100
CPR	15/03/2018	3 ^a	2	2	0	0
Média						66,7
Da porta	10/03/2017	1 ^a	2	0	2	100
Da porta	14/06/2017	2 ^a	2	0	2	100
Da porta	29/03/2018	3 ^a	2	0	2	100
Média						100
Dama de Ouro	28/03/2017	1 ^a	7	1	6	85,7
Dama de Ouro	15/03/2018	2 ^a	2	0	2	100
Dama de Ouro	29/03/2018	3 ^a	3	2	1	33,3
Média						73
Dashehari	10/03/2017	1 ^a	5	1	4	80
Dashehari	15/03/2018	2 ^a	2	0	2	100
Dashehari	29/03/2018	3 ^a	2	0	2	100
Média						93,3
Eldon	10/03/2017	1 ^a	2	0	2	100
Eldon	28/03/2017	2 ^a	2	1	1	50
Eldon	15/03/2018	3 ^a	3	0	3	100
Média						83,3
Espada 35	10/03/2017	1 ^a	2	2	0	0
Espada 35	28/03/2017	2 ^a	1	1	0	0
Espada 35	15/03/2018	3 ^a	2	0	2	100
Média						33,3
Espada Itaparica	10/03/2017	1 ^a	5	0	5	100
Espada	28/03/2017	2 ^a	2	1	1	50

Itaparica						
Espada	29/03/2018	3 ^a	2	2	0	0
Itaparica						
Média						50
Espada Ouro	10/03/2017	1 ^a	5	0	5	100
Espada Ouro	28/03/2017	2 ^a	2	0	2	100
Espada Ouro	15/03/2018	3 ^a	2	0	2	100
Média						
						100
Espada	10/03/2017	1 ^a	2	0	2	100
Espada	28/03/2017	2 ^a	3	0	3	100
Espada	15/03/2018	3 ^a	4	0	4	100
Média						
						100
Extrema	10/03/2017	1 ^a	4	0	4	100
Extrema	28/03/2017	2 ^a	1	1	0	0
Extrema	15/03/2018	3 ^a	6	0	6	100
Média						
						66,7
Favo de Mel	10/03/2017	1 ^a	4	4	0	0
Favo de Mel	28/03/2017	2 ^a	5	3	2	40
Favo de Mel	15/03/2018	3 ^a	5	2	3	60
Média						
						33,3
Florigon	10/03/2017	1 ^a	3	0	3	100
Florigon	28/03/2017	2 ^a	3	0	3	100
Florigon	15/03/2017	3 ^a	2	1	1	50
Média						
						83,3
Foice	10/03/2017	1 ^a	3	3	0	0
Foice	14/06/2017	2 ^a	2	2	0	0
Foice	15/03/2018	3 ^a	1	0	1	100
Média						
						33,3
Haden 2H	10/03/2017	1 ^a	3	0	3	100
Haden 2H	28/03/2017	2 ^a	5	0	5	100
Haden 2H	15/03/2018	3 ^a	2	0	2	100
Média						
						100
Haden Rosa	10/03/2017	1 ^a	3	1	2	66,7
Haden Rosa	28/03/2017	2 ^a	4	0	4	100
Haden Rosa	15/03/2018	3 ^a	2	0	2	100
Média						
						88,9
Haden	10/03/2017	1 ^a	2	0	2	100
Haden	28/03/2017	2 ^a	1	0	1	100
Haden	15/03/2018	3 ^a	2	0	2	100
Média						
						100
Heidi	28/03/2017	1 ^a	1	0	1	100
Heidi	14/06/2017	2 ^a	1	0	1	100
Heidi	15/03/2018	3 ^a	5	0	5	100
Média						
						100
Irwin	10/03/2017	1 ^a	2	0	2	100
Irwin	28/03/2017	2 ^a	1	0	1	100

Irwin	15/03/2018	3 ^a	2	0	2	100
Média						100
Itamaracá	28/03/2017	1 ^a	4	1	3	75
Itamaracá	15/03/2018	2 ^a	3	0	3	100
Itamaracá	29/03/2018	3 ^a	3	2	1	33,3
Média						69,4
Itiuba	10/03/2017	1 ^a	3	3	0	0
Itiuba	28/03/2017	2 ^a	1	1	0	0
Itiuba	15/03/2018	3 ^a	3	0	3	100
Média						33,3
Joa	28/03/2017	1 ^a	1	1	0	0
Joa	14/06/2017	2 ^a	2	2	0	0
Joa	15/03/2018	3 ^a	2	0	2	100
Média						33,3
Juazeiro II	10/03/2017	1 ^a	4	3	1	25
Juazeiro II	14/06/2017	2 ^a	4	3	1	25
Juazeiro II	15/03/2018	3 ^a	2	1	1	50
Média						33,3
Juazeiro III	10/03/2017	1 ^a	9	8	1	11,1
Juazeiro III	28/03/2017	2 ^a	3	2	1	33,3
Juazeiro III	15/03/2018	3 ^a	2	0	2	100
Média						48,1
Juazeiro IV	10/03/2017	1 ^a	2	2	0	0
Juazeiro IV	28/03/2017	2 ^a	2	2	0	0
Juazeiro IV	15/03/2018	3 ^a	2	0	2	100
Média						33,3
Juazeiro VI	10/03/2017	1 ^a	2	1	1	50
Juazeiro VI	28/03/2017	2 ^a	4	1	3	75
Juazeiro VI	15/03/2018	3 ^a	2	1	1	50
Média						58,3
Keitt	10/03/2017	1 ^a	2	0	2	100
Keitt	14/06/2017	2 ^a	4	0	4	100
Keitt	15/03/2018	3 ^a	2	0	2	100
Média						100
Kent	28/03/2017	1 ^a	2	0	2	100
Kent	14/06/2017	2 ^a	1	0	1	100
Kent	15/03/2018	3 ^a	5	0	5	100
Média						100
Langra	28/03/2017	1 ^a	2	2	0	0
Langra	14/06/2017	2 ^a	3	3	0	0
Langra	15/03/2018	3 ^a	5	0	5	100
Média						33,3
Lita	10/03/2017	1 ^a	7	5	2	28,6
Lita	28/03/2017	2 ^a	2	0	2	100
Lita	15/03/2018	3 ^a	3	1	2	66,7
Média						65,1

M- 13269	10/03/2017	1 ^a	3	3	0	0
M- 13269	28/03/2017	2 ^a	1	1	0	0
M- 13269	15/03/2018	3 ^a	2	0	2	100
Média						33,3
Malindi	10/03/2017	1 ^a	2	0	2	100
Malindi	28/03/2017	2 ^a	3	0	3	100
Malindi	15/03/2017	3 ^a	2	1	1	50
Média						83,3
Manila	10/03/2017	1 ^a	2	0	2	100
Manila	28/03/2017	2 ^a	2	2	0	0
Manila	15/03/2018	3 ^a	2	2	0	0
Média						33,3
Manzanilo	10/03/2017	1 ^a	2	2	0	0
Manzanilo	28/03/2017	2 ^a	2	0	2	100
Manzanilo	15/03/2018	3 ^a	2	0	2	100
Média						66,7
Maya	10/03/2017	1 ^a	5	1	4	80
Maya	28/03/2017	2 ^a	3	0	3	100
Maya	15/03/2018	3 ^a	4	1	3	75
Média						85
Momi-K	10/03/2017	1 ^a	3	0	3	100
Momi-K	14/06/2017	2 ^a	2	0	2	100
Momi-K	15/03/2018	3 ^a	2	1	1	50
Média						83,3
Mon Amon DCG	10/03/2017	1 ^a	4	0	4	100
Mon Amon DCG	28/03/2017	2 ^a	2	0	2	100
Mon Amon DCG	15/03/2018	3 ^a	2	0	2	100
Média						100
Morais	10/03/2017	1 ^a	5	4	1	20
Morais	28/03/2017	2 ^a	2	0	2	100
Morais	15/03/2018	3 ^a	2	2	0	0
Média						40
Nego não Chupa	10/03/2017	1 ^a	3	2	1	33,3
Nego não Chupa	28/03/2017	2 ^a	2	0	2	100
Nego não chupa	15/03/2018	3 ^a	2	2	0	0
Média						44,4
Néldica	10/03/2017	1 ^a	2	0	2	100
Néldica	28/03/2017	2 ^a	1	0	1	100
Néldica	15/03/2018	3 ^a	2	0	2	100
Média						100
Olour	28/03/2017	1 ^a	1	1	0	0

Olour	14/06/2017	2 ^a	1	1	0	0
Olour	29/03/2018	3 ^a	2	1	1	50
Média						16,7
Ômega	10/03/2017	1 ^a	2	1	1	50
Ômega	28/03/2017	2 ^a	2	2	0	0
Ômega	15/03/2018	3 ^a	3	1	2	66,7
Média						38,9
Papo de Peru I	10/03/2017	1 ^a	5	5	0	0
Papo de Peru I	28/03/2017	2 ^a	2	0	2	100
Papo de Peru I	15/03/2018	3 ^a	2	0	2	100
Média						66,7
Parwin	10/03/2017	1 ^a	2	0	2	100
Parwin	28/03/2017	2 ^a	4	0	4	100
Parwin	15/03/2018	3 ^a	3	0	3	100
Média						100
Pêssego	10/03/2017	1 ^a	3	2	1	33,3
Pêssego	28/03/2017	2 ^a	2	2	0	0
Pêssego	15/03/2018	3 ^a	2	0	2	100
Média						16,7
Pêssego DPV	10/03/2017	1 ^a	3	3	0	0
Pêssego DPV	28/03/2017	2 ^a	2	0	2	100
Pêssego DPV	15/03/2018	3 ^a	4	2	2	50
Média						50
Pingo de Ouro DPV	10/03/2017	1 ^a	6	1	5	83,3
Pingo de Ouro DPV	28/03/2017	2 ^a	2	0	2	100
Pingo de Ouro DPV	15/03/2018	3 ^a	2	0	2	100
Média						94,4
Pingo de Ouro	28/03/2017	1 ^a	7	7	0	0
Pingo de Ouro	14/06/2017	2 ^a	2	2	0	0
Pingo de Ouro	15/03/2018	3 ^a	2	0	2	100
Média						33,3
Primor de Amoreira	10/03/2017	1 ^a	3	2	1	33,3
Primor de Amoreira	14/06/2017	2 ^a	1	1	0	0
Primor de Amoreira	15/03/2017	3 ^a	4	0	4	100
Média						44,4
Princesa	10/03/2017	1 ^a	3	0	3	100
Princesa	28/03/2017	2 ^a	2	2	0	0
Princesa	15/03/2018	3 ^a	2	1	1	50
Média						50
R2 E2	10/03/2017	1 ^a	3	1	2	66,7
R2 E2	28/03/2017	2 ^a	1	1	0	0

R2 E2	15/03/2018	3 ^a	3	0	3	100
Média						55,6
Recife	28/03/2017	1 ^a	3	0	3	100
Recife	14/06/2017	2 ^a	2	0	2	100
Recife	15/03/2018	3 ^a	5	0	5	100
Média						100
Rosa	10/03/2017	1 ^a	3	3	0	0
Rosa	28/03/2017	2 ^a	3	3	0	0
Rosa	15/03/2017	3 ^a	2	0	2	100
Média						0
Ruby	10/03/2017	1 ^a	1	0	1	100
Ruby	28/03/2017	2 ^a	5	3	2	40
Ruby	15/03/2017	3 ^a	2	1	1	50
Média						63,3
Salitre	10/03/2017	1 ^a	4	0	4	100
Salitre	28/03/2017	2 ^a	2	1	1	50
Salitre	15/03/2018	3 ^a	4	0	4	100
Média						83,3
Smith	10/03/2017	1 ^a	2	0	2	100
Smith	14/06/2017	2 ^a	1	0	1	100
Smith	15/03/2018	3 ^a	3	0	3	100
Média						100
Tommy Atkins	10/03/2017	1 ^a	2	1	1	50
Tommy Atkins	28/03/2017	2 ^a	2	1	1	50
Tommy Atkins	15/03/2018	3 ^a	2	2	0	0
Média						33,3
Torbet	10/03/2017	1 ^a	10	0	10	100
Torbet	28/03/2017	2 ^a	6	0	6	100
Torbet	15/03/2018	3 ^a	1	0	1	100
Média						100
Tyler Premier	14/06/2017	1 ^a	4	0	4	100
Tyler Premier	15/03/2018	2 ^a	2	0	2	100
Tyler Premier	29/03/2018	3 ^a	2	0	2	100
Média						100
Van Dyke	10/03/2017	1 ^a	1	0	1	100
Van Dyke	28/03/2017	2 ^a	2	2	0	0
Van Dyke	15/03/2018	3 ^a	1	0	1	100
Média						66,7
Zill	10/03/2017	1 ^a	3	1	2	66,7
Zill	28/03/2017	2 ^a	3	1	2	66,7
Zill	15/03/2018	3 ^a	2	0	2	100
Média						77,8