

**ANGÉLICA DOS SANTOS NUNES**

**RESISTÊNCIA DE MANGUEIRA ‘UBÁ’ (*Mangifera indica*) À MURCHA-DE-  
CERATOCYSTIS (*Ceratocystis fimbriata*)**

Dissertação apresentada á Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, para obtenção do título de Magister Scientiae.

**VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2015**

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

N972r  
2015  
Nunes, Angelica dos Santos, 1989-  
Resistência de mangueira Ubá (*Mangifera indica*) à  
murcha-de-ceratocystis (*Ceratocystis fimbriata*) / Angelica dos  
Santos Nunes. – Viçosa, MG, 2015.  
ix, 27f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Acelino Couto Alfenas.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.23-27.

1. Manga - Doenças e pragas. 2. Murcha-de-ceratocystis -  
Resistência. 3. Controle de pragas. 4. Inoculação.

I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de  
Fitopatologia. Programa de Pós-graduação em Fitopatologia.

II. Título.

CDD 22. ed. 634.44

**ANGÉLICA DOS SANTOS NUNES**

**RESISTÊNCIA DE MANGUEIRA ‘UBÁ’ (*Mangifera indica*) À MURCHA-DE-CERATOCYSTIS (*Ceratocystis fimbriata*)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, para obtenção do título de Magister Scientiae.

APROVADA: 24 de março de 2015.

---

Lúcio Mauro da Silva Guimarães  
(Coorientador)

---

Dalmo Lopes de Siqueira

---

Sérgio Hermínio Brommonschenkel

---

Acelino Couto Alfenas  
(Orientador)

Não Sabendo que era impossível foi lá e fez!

(Jean Cocteau)

A minha mãe Tânia e as  
minhas irmãs Amábelli e  
Larissa pela força, dedicação,  
pelos ensinamentos, amor e  
pela alegria.

**Dedico.**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me guiado por toda a minha vida e colocado pessoas tão especiais em meu caminho.

A minha mãe Tânia, as minhas irmãs Amábelli e Larissa, por todo amor e apoio incondicionais a mim dispensados.

A Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade a mim dada de fazer Pós-graduação em Fitopatologia.

A Vale S.A., pela iniciativa e financiamento do projeto.

A FAPEMIG pelo recurso disponibilizado durante todo o período de mestrado.

Ao professor Acelino Couto Alfenas, pela orientação nos trabalhos, mas principalmente por ter me inspirado a trabalhar com patologia florestal e por ter me dado à oportunidade de atuar nesta área no mestrado.

Aos professores, Dalmo Siqueira e Marcos Deon Resende, por toda ajuda, todo apoio e pelos conselhos dados a mim.

Ao Lúcio, por todas as orientações, incentivo, correções, ideias, por toda atenção e amizade.

A todos os colegas do laboratório de patologia florestal, pelos ótimos momentos compartilhados, em especial ao meu amigo Paulo, que esteve comigo durante todo o experimento, quero agradecer pela atenção, disponibilidade, dedicação, paciência e principalmente amizade.

Aos colegas da Pós-Graduação, pela amizade, pelas dificuldades e alegrias que compartilhamos.

Aos meus amigos, Blanca, Natália, Dani, Roberta, Jujuba e Leo pelos conselhos, ideias, cumplicidade, risos e amizade tornando minha caminhada mais prazerosa.

Ao setor de fruticultura pela disponibilização dos materiais vegetais, além do espaço concedido na casa de vegetação, em especial ao funcionário Romário, pela ajuda na manutenção do experimento e pela disponibilidade do seu tempo.

A empresa Clonar Resistencia, pelos cuidados, pela atenção e disponibilidade do espaço, em especial quero agradecer aos funcionários, Eduardo, Andinho, Real e Solange pelos cuidados, pela atenção e amizade.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para minha formação.

**Muito Obrigada!!!**

## **BIOGRAFIA**

ANGÉLICA DOS SANTOS NUNES, filha de Tânia Rodrigues dos Santos e João Batista Nogueira Nunes. Nasceu em Teixeira de Freitas – Bahia – Brasil em 22 de Janeiro de 1989.

Em março de 2007, iniciou o curso de Engenharia Florestal na Faculdade Pitágoras em Teixeira de Freitas – Bahia, graduando-se em Agosto de 2011.

Em março de 2013, iniciou o mestrado em Fitopatologia pela Universidade Federal de Viçosa, com concentração na área de Patologia Florestal, sob a orientação do professor Acelino Couto Alfenas, submetendo á defesa da dissertação em 24 de março de 2015.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	vi
LISTA DE FIGURAS .....	vii
RESUMO .....	viii
ABSTRACT .....	ix
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	4
2.1. Primeira Seleção: .....	4
2.1.1. Material Vegetal .....	4
2.1.2. Isolados .....	5
2.1.3. Inoculação .....	5
2.1.4. Avaliação .....	6
2.1.6.1 . Análise dos dados de incidência.....	7
2.2. Segunda seleção:.....	7
2.2.1. Material Vegetal .....	7
2.2.2. Isolados utilizados .....	8
2.2.3. Inoculação e avaliação .....	8
2.2.4. Análise dos dados .....	9
3. RESULTADOS .....	11
3. 1. Primeira seleção .....	11
3.2 Segunda seleção .....	14
4. DISCUSSÃO .....	19
5. CONCLUSÕES .....	22
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Incidência, componentes de variância e estimadores de parâmetros genéticos associados à resistência dos acessos da mangueira ‘Ubá’ aos isolados SESP8-3, ERRJ2-4 e NEAL1-5 de <i>Ceratocystis fimbriata</i> . .....	12
<b>Tabela 2.</b> Valores genotípicos para incidência dos acessos da mangueira ‘Ubá’ resistentes aos isolados SESP8-3, ERRJ2-4 e NEAL1-5 de <i>Ceratocystis fimbriata</i> . .....	14
<b>Tabela 3.</b> Média da severidade, do valor genotípico e parâmetros genéticos da resistência de 13 acessos de mangueira ‘Ubá’ a dez isolados de <i>Ceratocystis fimbriata</i> de diferentes regiões do Brasil. ....	15
<b>Tabela 4.</b> Valor genotípico associado à severidade da doença em diferentes acessos... ..	18

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Disposição das bandejas em casa de vegetação; a - Visão geral de mudas de mangueira ‘Ubá’ após a germinação com um acesso por bandeja; b – Unidade amostral de um acesso da mangueira ‘Ubá’ alocada em bandeja. ....4
- Figura 2.** Detalhes do método de inoculação de mudas em mangueira; a – Incisão superficial no coleto das mudas de mangueira; b – Inoculação da suspensão de esporos de *Ceratocystis fimbriata*. .... 6
- Figura 3.** Avaliação da incidência e severidade de *Ceratocystis fimbriata* em mangueira ‘Ubá’; a – Muda de mangueira ‘Ubá’ apresentando escurecimento no caule; b e c – Avaliação da severidade pela altura das plantas e o comprimento das lesões respectivamente. ....7
- Figura 4.** Disposição das sacolas na casa de vegetação; a e b - Visão geral de mudas de mangueira alocadas em sacolas com 15 e 30 dias respectivamente. ....8
- Figura 5.** Avaliação de incidência e severidade de *Ceratocystis fimbriata* em diferentes acessos da mangueira ‘Ubá’; a – Acesso 178 com todas as plantas resistentes ao isolado SESP8-3; b – acesso 178 com elevado número de plantas suscetíveis ao isolado ERRJ2-4; c – Acesso 126, apresentando plantas resistentes e suscetíveis ao isolado NEAL1-5; d – Mangueira variedade ‘Espada’, utilizada como comparador suscetível apresentando sintomas de murcha-de-ceratocystis. .... 13
- Figura 6.** Acessos inoculados com diferentes isolados de *C. fimbriata*; a - Acessos com todas as repetições dos acessos com sintomas de lesão, murcha e/ou morte; b - Acessos de mangueira com diferentes níveis de resistência aos diferentes isolados. .... 17

## RESUMO

NUNES, Angélica dos Santos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2015. **Resistência de mangueira ‘Ubá’ (*Mangifera indica*) a murcha-de-ceratocystis (*Ceratocystis fimbriata*).** Orientador: Acelino Couto Alfenas. Coorientador: Lúcio Mauro Silva Guimarães.

A murcha-de-ceratocystis (*Ceratocystis fimbriata*) é atualmente uma das principais enfermidades da cultura da mangueira no Brasil. Os principais sintomas causados pela doença são murcha, cancro, escurecimento radial do lenho e morte da planta. O uso de variedades resistentes é uma importante estratégia de controle da doença. Dentre as variedades de mangueira, a ‘Ubá’ foi considerada por muito tempo como uma das principais fontes de resistência à doença, até o aparecimento de um isolado do patógeno em São Paulo que suplanta sua resistência. Entretanto, como se trata de uma variedade de polinização aberta, existiu uma alta variabilidade genética entre acessos. Sendo assim, este trabalho objetivou identificar acessos dessa variedade, resistentes à doença a partir de dois experimentos. No primeiro, foi avaliada a incidência da doença nos acessos inoculados e ao final avaliou-se a severidade dentre 129 acessos de mangueira ‘Ubá’ inoculados com isolados de diferentes regiões brasileiras, 13 acessos foram resistentes. Na segunda seleção, foram utilizados os acessos considerados resistentes a primeira seleção. Sendo assim, foi feita uma nova coleta de sementes, que foram semeadas em sacolas plásticas e após 60 dias da semeadura, foram inoculados com 10 isolados provenientes do Nordeste, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e leste do Rio de Janeiro. Os resultados indicaram que os acessos foram mais suscetíveis aos isolados do nordeste e do leste do Rio de Janeiro e mais resistentes aos isolados de São Paulo, Mato Grosso e Minas Gerais. Demonstrando que, a mangueira ‘Ubá’ é uma importante fonte de resistência à murcha-de-ceratocystis, para as populações do patógeno dos estados MG, MS e SP, fazendo dessa cultivar uma opção para variedade copa e, ou para porta-enxerto. Entretanto para os isolados da região do nordeste e leste do Rio de Janeiro, os acessos foram altamente suscetíveis não sendo recomendado a utilização da variedade nessas regiões.

## ABSTRACT

NUNES, Angélica dos Santos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2015. **Resistance of the cultivar 'Ubá' (*Mangifera indica*) to *Ceratocystis* wilt (*Ceratocystis fimbriata*).** Adviser: Acelino Couto Alfenas. Co-adviser: Lúcio Mauro Silva Guimarães.

The ceratocystis wilt (*Ceratocystis fimbriata*) is currently one of the important diseases of the hose culture in Brazil. The main symptoms caused by the disease are wilted, canker, radial wood darkening and plant death. The use of resistant varieties is an important disease control strategy. Among the available mango cultivars, 'Uba' has been considered as one of the main sources of resistance for *Ceratocystis* wilt, until the appearance of an isolate in Sao Paulo that supplants its resistance. However, as this is an open-pollinated cultivar, there is a high genetic variability among accessions. Thus, this study aimed to identify accesses this variety, resistant to disease from two experiments. In the first experiment, the incidence and severity of the disease was evaluated among 129 accesses of 'Uba', which were inoculated with isolates from different regions in Brazil, 13 accessions were resistant. In the second selection, accesses as resistant to the first selection were used. So ugly was a new collection of seeds that were sown in plastic bags and after 60 days of sowing, were inoculated with 10 isolates from the Northeast, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul and eastern Rio de Janeiro. The results indicated that the accessions were more susceptible to the isolated northeastern and eastern Rio de Janeiro and more resistant isolates from São Paulo, Mato Grosso and Minas Gerais. Demonstrating that the 'Ubá' hose is a major source of resistance to wilt *Ceratocystis* for populations of the pathogen of MG states, MS and SP, making this option to grow a variety pantry and, or rootstock. However for isolated from the Northeast and east of Rio de Janeiro, the accessions were highly susceptible not being recommend the use of the variety in these regions.

## 1. INTRODUÇÃO

A manga, consumida ao natural ou processada em pedaços em caldas, sucos, néctares, geleia e sorvetes, é considerada uma das principais frutas tropicais do mundo, pelo sabor, textura, aroma, coloração dos frutos e alto valor nutritivo. Originária do Sul da Ásia, a mangueira (*Mangifera indica*) foi domesticada há milhares de anos. Portugal foi o primeiro país do ocidente a conhecer a manga sendo posteriormente disseminada para a África e em seguida para o Brasil, onde se adaptou muito bem em várias regiões (Cunha, 1994). Atualmente, a manga é uma das frutas mais consumidas no País, sendo o Brasil o sétimo maior produtor, com 2,15% da produção mundial, e o segundo maior exportador, com 1.208,275 mil toneladas/ano (Anuário Brasileiro de Fruticultura, 2014). A cultura encontra-se em franca expansão. Entre 1990 e 2003 a área de plantio aumentou de 45.454 ha para 68.107 há (Ibraf, 2008). No Nordeste do Brasil, no mesmo período, dobrou-se a área de plantio, sendo Bahia e Pernambuco os principais estados produtores e exportadores da fruta (Silva et al., 2004).

Entre as variedades cultivadas no Brasil destacam-se aquelas provindas da Flórida (EUA), como a ‘Haden’, ‘Keitt’, ‘Kent’, ‘Palmer’, ‘Van Dyke’ e, principalmente, a variedade ‘Tommy Atkins’ (Carvalho et al., 2004). Variedades selecionadas no Brasil como a ‘Coquinho’, ‘Espada’, ‘Rosa’ e ‘Ubá’ também apresentam um cultivo expressivo, sendo a ‘Espada’ muito usada como porta-enxerto e a ‘Ubá’ para a produção de sucos, principalmente na Zona da Mata mineira, estando bem adaptada as condições edafoclimáticas da região. (Rocha, 2009).

A mangueira ‘Ubá’ destaca-se por ser muito utilizada na produção de polpa e de sucos em razão do teor de sólidos solúveis variando de 14° a 20,5°Brix (Oliveira et al., 2013), coloração, baixo teor de fibras e sabor agradável, sendo muito empregada na indústria de sucos nos municípios de Visconde do Rio Branco, Ubá e Astolfo Dutra (Donadio, 1996; Rocha, 2009). É uma variedade poliembriônica, ou seja, suas sementes possuem um ou mais embriões, um dos quais é zigótico e os demais são nucelares. De acordo com estudos prévios, os embriões nucelares são geneticamente idênticos à planta materna (Sturrock, 1967). De acordo com Silva (2011) uma semente pode germinar de 1 a 14 plântulas. Além de ser utilizada como copa a mangueira ‘Ubá’ é também indicada como porta-enxerto, por ser vigorosa e apresentar resistência à murcha-de-ceratocystis (Galli et al., 2011).

Esta doença tem sido um dos principais fatores que limitam a produção de manga, por ocasionar perdas e dizimar pomares, inviabilizando o seu cultivo (Batista et al., 2008). A murcha-de-ceratocystis ou seca-da-mangueira, causada por *Ceratocystis fimbriata* Ellis & Halsted foi observada pela primeira vez no Brasil em Recife - PE, no fim da década de 1930 (Ribeiro, 1984). Posteriormente, foi detectada em São Paulo (Ribeiro, 1984) e desde então, o patógeno vem sendo relatado em diversos estados do Brasil (Batista et al., 2008; Oliveira, 2014). Na década de 1990 a doença foi observada pela primeira vez fora do Brasil, no Paquistão e no Sultanato de Omã, onde vem causando sérios prejuízos (Al-Adawi et al., 2003; Malik et al., 2005) tornando-se um problema internacional para a mangicultura.

Os sintomas da doença podem variar de acordo com o local de infecção do patógeno. Se a infecção é via parte aérea os principais sintomas são murcha do galho afetado, seguida de seca e presença de gomose. Se a infecção ocorre pelas raízes o sintoma típico é a murcha da planta como um todo, que morre rapidamente (Rossetto, et al., 1967). Em ambos os casos é observada a descoloração do lenho da árvore (Viegas 1960; Ploetz; Freeman 2009). A principal estratégia de controle da doença é o plantio de genótipos resistentes (Batista, 2010).

A murcha-de-ceratocystis é disseminada primariamente por mudas, ferramentas de poda, e implementos agrícolas contaminados e, de forma secundária, por insetos como *Hypocryphalus mangiferae* e coleobrocas do gênero *Xyleborus* também conhecidos como besouros de Ambrosia (Rossetto; Ribeiro 1983; Al Adawi et al. 2006; Van Wyk et al., 2007; Masood et al., 2008; Souza et al., 2013).

Apesar de a literatura relacionar uma série de variedades resistentes à murcha-de-ceratocystis (Ribeiro et al., 1984; Tavares, 2004; Galli, 2011), a alta variabilidade genética nas populações do patógeno pode dificultar a seleção de plantas resistentes. Os programas de melhoramento genético para resistência à murcha-de-ceratocystis no Brasil incluem duas linhas. A primeira consiste em obter variedades poliembriônicas de mangueira com características favoráveis para porta-enxerto e que sejam resistentes a *C. fimbriata*. A segunda visa à obtenção de enxertos produtivos e que sejam resistentes à doença (Donadio, et al., 2008).

Na primeira linha de pesquisa, inicialmente foi constatado que a variedade 'Ubá', que no Estado de São Paulo é denominada 'Jasmin', era totalmente resistente ao fungo inoculado diretamente na planta ou quando inoculado mediante deposição de suspensão de inóculo do patógeno no solo das mudas envasadas (Ribeiro et al., 1986b). Todavia, na Estação Experimental de Ribeirão Preto foi descoberta uma árvore de pé

franco da variedade 'Ubá' (Jasmin), morrendo pela infecção de *C. fimbriata* nas raízes (Ribeiro et al., 1986a). O isolado de *C. fimbriata* retirado dessa árvore provou ser patogênico à variedade 'Ubá' (Ribeiro et al., 1986a). A partir dessa constatação, os testes de resistência de porta-enxertos passaram a ser feitos com dois isolados do fungo. Ribeiro (1993) e Ribeiro et al. (1995) detectaram uma grande variabilidade entre variedades de mangueira para resistência aos dois isolados de *C. fimbriata* nas raízes.

Apesar de ser uma planta poliembriônica existe variabilidade genética entre os acessos. Em estudo realizado na Zona da Mata mineira, foram avaliados 200 acessos da mangueira 'Ubá' e, encontrou-se uma alta variabilidade genética entre os materiais (Rocha et al., 2011). Atualmente, esses acessos fazem parte do Banco de Germoplasma de Manga da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e constituem importantes fontes de diversidade genética para várias características agronômicas, como a resistência a doenças.

Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a resistência de 129 acessos de manga 'Ubá' à *murcha-de-ceratocystis*, utilizando diferentes isolados de *C. fimbriata* coletados em diversos estados do Brasil (Oliveira, 2014), de modo a selecionar acessos que apresentem resistência de amplo espectro ao fungo.

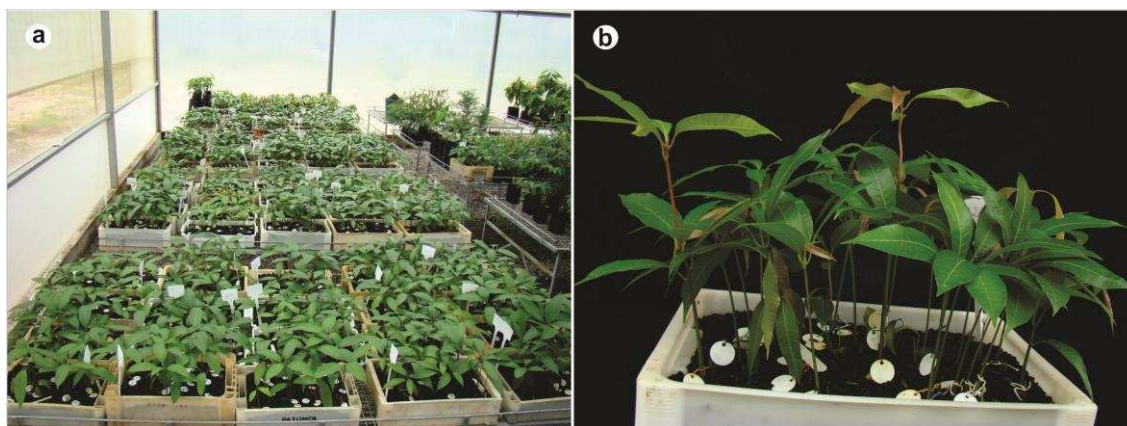
## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Primeira Seleção:

#### 2.1.1. Material Vegetal

Para selecionar os possíveis acessos de mangueira ‘Ubá’ resistentes à *murcha-de-ceratozostis* optou-se por inocular as progênies de cada acesso. Essa escolha baseou-se no fato dessa variedade ser poliembriônicas. Numa primeira seleção para resistência foram utilizadas progênies de 129 acessos do Banco de Germoplasma de Manga da UFV, situado em Visconde do Rio Branco (MG).

Os frutos colhidos na safra 2012/2013 foram despulpados deixando exposto o endocarpo e posteriormente ficaram na sombra por aproximadamente dois dias. Em seguida, com ajuda de uma tesoura de poda, os endocarpos foram abertos e suas sementes recolhidas e semeadas imediatamente. Até 30 sementes de cada acesso foram semeadas em uma bandeja plástica de aproximadamente 10L contendo substrato, composto de casca de pinus e fibra de coco (Bioplant®) acrescido de 300 g de superfosfato simples para cada 25 kg de substrato (Figura 1). Após a germinação foram realizados desbastes em intervalos de 25 dias, para evitar a competição entre as mudas e selecionar apenas uma plântula por semente. Sementes de mangueira ‘Espada’, utilizada como comparador de suscetibilidade à *murcha-de-ceratozostis* passaram pelo mesmo processo descrito para mangueira ‘Ubá’. Após a germinação as mudas foram levadas para casa de vegetação de a empresa Clonar - Resistência a Doenças Florestais, situada em Cajuri, Minas Gerais, e mantidas a uma temperatura de  $28 \pm 4^\circ\text{C}$ , com irrigação por mini aspersão.



**Figura 1.** Bandejas em casa de vegetação; a - Mudas de mangueira ‘Ubá’ após a germinação com um acesso por bandeja; b – Unidade amostral de um acesso da mangueira ‘Ubá’ alocada em bandeja.

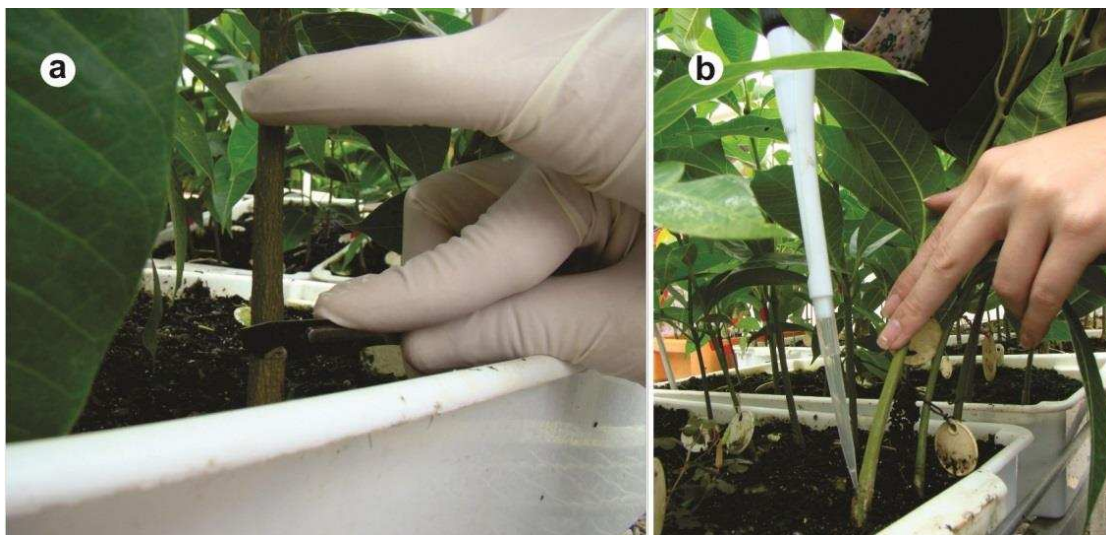
### **2.1.2. Isolados**

Os isolados de *Ceratocystis fimbriata* utilizados neste trabalho foram coletados em diversas regiões do Brasil a partir de mangueiras infectadas (Oliveira, 2014) e encontram-se armazenados na Micoteca do Laboratório de Patologia Florestal (UFV). Na primeira seleção foram escolhidos isolados pertencentes a distintos clados, de acordo com análises filogenéticas realizadas por Oliveira (2014), sendo um isolado oriundo do estado de São Paulo (isolado SESP8-3), um do Rio de Janeiro (ERRJ2-4) e um de Alagoas (NEAL1-5). Os três isolados foram inoculados separadamente. Inicialmente, foi empregado o isolado SESP8-3 e após a avaliação e eliminação das plantas mortas, empregou-se o isolado ERRJ2-4 e por último o NEAL1-5 como detalhando no item 2.1.4..

### **2.1.3. Inoculação**

Para a produção do inóculo, os isolados foram repicados para placas de Petri de 9 cm diâmetro contendo 20 mL do meio semi-seletivo modificado V8-AM (Moutia & Saumtally 2001). Para preparar 1 L de V8-AM foi utilizado suco de tomate (200 ml), carbonato de cálcio (1g), 20 g de ágar, 0,16 g de Ox-bile, 0,04 g de sulfato de estreptomicina, 100 mg de hidrocloreto de tetramicina, 200 ml de Fluazinan. O antibiótico e o fungicida Ox-bile foram adicionados após autoclavagem. Posteriormente os isolados foram incubados a 28°C durante 10 dias. Após esse período sobre as culturas esporuladas, foram adicionados 10 mL de água destilada esterilizada contendo Tween 20 a 1% e realizada uma raspagem da superfície da colônia com alça de Drigalski. A suspensão de esporos obtida (endoconídios, ascósporos e aleuroconídios) foi filtrada em camada dupla de gaze e colocada em um recipiente sobre o agitador magnético durante 3 minutos para se obter uma suspensão homogênea (Zauza et al., 2004) e ajustada para  $1 \times 10^7$  esporos mL<sup>-1</sup>.

A inoculação das plantas foi realizada mediante deposição de 200 µL da suspensão de esporos com o auxílio de uma pipeta automática (Figura 2). Para tal foi feita uma incisão longitudinal superficial no coleto das mudas de manga, de aproximadamente 2 cm de comprimento. A abertura do corte foi feita com auxílio de um estilete. Para as plantas controle, foi empregada água destilada esterilizada no lugar da suspensão de inóculo.



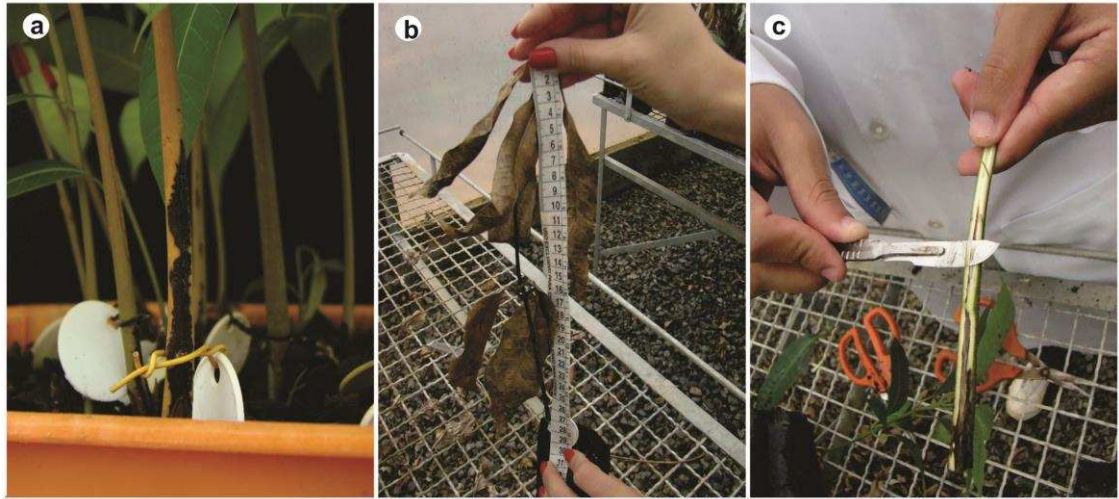
**Figura 2.** Método de inoculação de mudas em mangueira; a – Incisão superficial no coleto das mudas de mangueira; b – Inoculação da suspensão de esporos de *Ceratocystis fimbriata*.

#### 2.1.4. Avaliação

Aos 60 dias após a inoculação com o isolado SESP8-3, avaliou-se a incidência, considerando o número de plantas mortas e, ou com comprimento de lesão externa. As plantas foram eliminadas e as restantes reinoculadas com o isolado ERRJ2-4, como descrito anteriormente. Sessenta dias após a segunda inoculação procedeu-se uma nova avaliação e eliminação das plantas mortas como descrito acima. Após a segunda avaliação, as mudas que não foram eliminadas nas seleções com os isolados SESP8-3 e ERRJ2-4, foram inoculadas com o isolado NEAL1-5. Sessenta dias após a terceira inoculação avaliou-se a incidência e a severidade final.

Para determinar a severidade foram avaliados a altura das plantas e o comprimento das lesões (sintoma típico do escurecimento do lenho causados pelo patógeno no caule da planta) (Figura 3). Após a obtenção desses dados, calculou-se o percentual do caule com sintomas da doença dividindo-se o comprimento da lesão pela altura da planta e multiplicando o resultado por 100.

Ao final foram descartadas todas as mudas inoculadas. Para isso, as mudas e o substrato utilizado passaram por um processo de solarização por aproximadamente 30 dias e depois foram incineradas.



**Figura 3.** Avaliação da incidência e severidade de *Ceratocystis fimbriata* em mangaieira ‘Ubá’; a – Muda de mangaieira ‘Ubá’ apresentando escurecimento no caule; b e c – Avaliação da severidade pela altura das plantas e o comprimento das lesões respectivamente.

#### **2.1.6.1 . Análise dos dados de incidência**

Os acessos foram classificados como resistentes ou suscetíveis de acordo com seus valores genotípicos para severidade, que variaram de 0 a 100%. Acessos com valores genotípicos de até 20% foram considerado resistentes, enquanto que, acessos com valores genotípicos superiores a 20% foram considerados suscetíveis. Dessa forma, considera-se que quanto mais próximo de 0% (ou 0) estiver o valor genotípico mais alelos favoráveis existem para resistência.

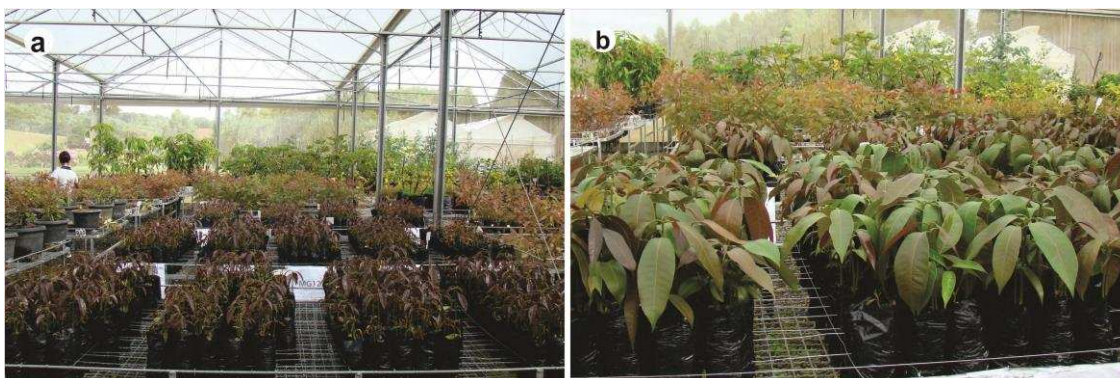
### **2.2. Segunda seleção:**

#### **2.2.1. Material Vegetal**

Na segunda seleção para resistência foram utilizados 13 acessos classificados como mais resistentes aos três isolados de *C. fimbriata* empregados na primeira seleção. Dos 13 acessos resistentes, somente nove foram utilizados na segunda seleção, sendo 115, 142, 184, 185, 127, 121, 114, 151, 187. Devido a falta de sementes 26, 119, 108 e 140 foram substituídos pelos acessos 182, 134, 174, 122. Esses acessos foram escolhidos por apresentarem resistência a pelo menos dois dos isolados empregados na primeira seleção para participarem da segunda seleção.

Como realizado na primeira seleção, foram utilizadas todas as progênies para inferir a resistência dos acessos. Para isso, frutos dos acessos mais resistentes foram

coletados na safra 2013/2014 e processados como descrito no Item 3.1.1. Nessa seleção as sementes foram semeadas individualmente em sacolas plásticas de 500 cm<sup>3</sup> (Figura 4) preenchidas com substrato a base de casca de pinus bioestabilizada (Mecplant<sup>®</sup>) suplementado com 300 g de adubo Superfosfato simples e 150 g de Osmocote<sup>®</sup> para cada 25 kg de substrato. Como padrão suscetível foram utilizadas mudas da cultivar Espada. As mudas foram mantidas na casa de vegetação por 30 dias aproximadamente, quando foi realizado um desbaste deixando uma plântula por semente.



**Figura 4.** Disposição das sacolas na casa de vegetação; a e b - Visão geral de mudas de mangueira alocadas em sacolas com 15 e 30 dias respectivamente.

### 2.2.2. Isolados utilizados

Visando selecionar acessos da mangueira ‘Ubá’ com resistência de amplo espectro à murcha-de-Ceratocystis e verificar se há relação entre a resistência e a diversidade genética existente na população do patógeno (Oliveira, 2014) foram escolhidos dez isolados originados de diferentes regiões do Brasil, sendo um de Pernambuco (NEPE1-13), um da Paraíba (NEPB1-6), um de Alagoas (NEAL1-12), um do Mato Grosso do Sul (SEMS2-13), um da Bahia (NEBA1-6), um do Ceará (NECE2-13), dois de São Paulo (SESP1-6 e SESP1-12), um de Minas Gerais (SEMG1-7) e um do Rio de Janeiro (ERRJ2-1). A multiplicação dos isolados, assim como o preparo da suspensão de inóculo foram realizadas como descrito no item 2.1.3.

### 2.2.3. Inoculação e avaliação

As mudas foram inoculadas como descrito no item 2.1.3, exceto que neste ensaio cada muda foi inoculada apenas uma vez e com apenas um dos isolados. Assim, para cada isolado foram inoculadas nove mudas por acesso, totalizando 117 mudas para cada isolado. Uma muda de cada acesso recebeu apenas água destilada esterilizada no lugar da suspensão de inóculo. Como comparador suscetível, foram utilizadas nove mudas de mangueira da

cultivar Espada para cada isolado. As inoculações foram escalonadas, com um isolado por vez. As avaliações foram realizadas como descrito no item 2.1.4.

#### 2.2.4. Análise dos dados

Para ambos os experimentos os dados de severidade foram analisados pelo programa Selegen-Remil/Blup<sup>®</sup> (Resende 2002 e Dunlop et al., 2005), obtendo-se estimativas de componentes de variância, herdabilidade e valores genéticos pelos modelos 20 (análise para cada isolado) e 185 (análise para todos os isolados em conjunto). Na análise de incidência para cada isolado no primeiro experimento adotou-se o seguinte modelo:  $y = Xu + Zg + e$ , em que  $y$  é o vetor de dados,  $u$  é o escalar referente à média geral (efeito fixo),  $g$  é o vetor dos efeitos genotípicos (assumidos como aleatórios),  $e$  é o vetor de resíduos (aleatórios) (Resende; Duarte, 2007). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

Estruturas de médias e variâncias:

$$y|u, V \sim N(Xu, V)$$

$$g|G, \sigma_g^2 \sim N(0, G\sigma_g^2)$$

$$e|\sigma_e^2 \sim N(0, I\sigma_e^2)$$

Equações de modelos mistos:

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z \\ Z'X & Z'Z + G^{-1}\lambda \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{u} \\ \hat{g} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y \end{bmatrix}$$

$$\lambda = \sigma_e^2 / \sigma_g^2 = \frac{1 - h^2}{h^2}$$

$\sigma_g^2$  = variância genotípica;

$\sigma_e^2$  = variância residual;

$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$  herdabilidade individual no sentido amplo;

$$CV_g = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{\mu} \times 100: \text{coeficiente de variação genética.}$$

Na análise para todos os isolados em conjunto, o modelo estatístico equivaleu a:  $y = Xu + Zg + Wp + Ti + e$ , em que  $y$  é o vetor de dados,  $u$  é o escalar referente à média geral (efeito fixo),  $g$  é o vetor dos efeitos genotípicos dos acessos de mangueira

(assumidos como aleatórios),  $p$  é o vetor dos efeitos genotípicos do patógeno,  $i$  é o vetor dos efeitos da interação planta x patógeno,  $e$  é o vetor de resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

### 3. RESULTADOS

#### 3. 1. Primeira seleção

Na primeira inoculação utilizando-se o isolado SESP8-3 das 2.173, 92% das plantas inoculadas, foram consideradas resistentes, não apresentando sintomas de murcha-de-ceratocystis (Tabela 1). Os valores genotípicos dos acessos inoculados com esse isolado variaram de 1% a 30%. Dos 129 acessos inoculados, 95% foram considerados resistentes por apresentarem valores genotípicos abaixo de 20%. Os valores de acurácias variaram de 65% a 87% e de 77% a 84%, para os acessos resistentes e suscetíveis, respectivamente (Tabela 1). A estimativa de herdabilidade a nível de indivíduos (plantas) foi 9%, enquanto que para a herdabilidade baseada nas médias de várias plantas por acesso foi de 63%. A estimativa do coeficiente de variação relativo foi de 32%.

Após a eliminação das plantas mortas decorrente da primeira inoculação, 2.016 plantas de 129 acessos foram inoculadas com isolado ERRJ2-4. Dessas, 54% foram consideradas resistentes e 46% foram suscetíveis (Tabela 1). Os valores genotípicos variaram de 3% a 95%, sendo 26% dos acessos considerados resistentes ao isolado ERRJ2-4, por apresentarem valores genotípicos abaixo de 20%. Os valores das estimativas de acurácia variaram de 91% a 97% e de 87% a 95% para os acessos resistentes e suscetíveis, respectivamente. A herdabilidade quando analisada a nível de indivíduos foi de 37%, enquanto a herdabilidade baseada em várias repetições foi de 47%. O coeficiente de variação genética entre acessos foi de 69% (Tabela 1).

Para o isolado NEAL1-5, foram inoculadas 1.177 plantas de 110 acessos, sendo 62% das plantas resistentes (Tabela 1). O número de acessos avaliados para esse isolado foi inferior, pois na segunda avaliação realizada, 19 acessos foram eliminados por apresentarem todas as réplicas suscetíveis. Dos acessos inoculados com o isolado NEAL1-5, 30% foram resistentes. Os acessos apresentaram valores genotípicos variando de 4% a 88%, associados às estimativas de acurácias que variaram de 82% a 95% e de 67% a 94% para os acessos resistentes e suscetíveis, respectivamente. A estimativa de herdabilidade a nível de indivíduos foi 29%, e a nível de média de acessos foi de 42%. A estimativa do coeficiente de variação relativo foi de 64%.

Após avaliação da severidade final, dos 129 acessos inoculados, 13 apresentaram resistência aos três isolados (Tabela 2). Os acessos de mangueira 'Ubá'

apresentaram severidade variando de 7% a 100% entre as plantas inoculadas, com médias de severidade variando entre 27% a 71%.

As plantas de mangueira ‘Ubá’ utilizadas como controle negativo (inoculados com água) não apresentaram nenhum tipo de sintoma associado à doença. Para o comparador positivo utilizado, a mangueira ‘Espada’, os isolados foram altamente agressivos, obtendo valor máximo de severidade de 100% (Figura 5).

**Tabela 1.** Incidência, componentes de variância e estimadores de parâmetros genéticos associados à resistência dos acessos da mangueira ‘Ubá’ aos isolados SESP8-3, ERRJ2-4 e NEAL1-5 de *Ceratocystis fimbriata*.

Incidência	Isolados		
	SESP8-3	ERRJ2-4	NEAL1-4
Acessos resistentes (%)	100	54	50
Acessos suscetíveis (%)	0	46	51
Componentes de variância	SESP8-3	ERRJ2-4	NEAL1-4
Vg	0.0063	0.0937	0.0684
Ve	0.0607	0.1577	0.1631
Vf	0.0670	0.2514	0.2315
CVgi%	111.59	68.979	72.372
CVe%	346.17	89.503	111.75
CVr%	0.3223	0.7706	0.6476
Média Geral	0.0711	0.4437	0.3614
Estimativas de Parâmetros Genéticos	SESP8-3	ERRJ2-4	NEAL1-4
<b>h<sup>2</sup>g</b>	0.09	0.37	0.29
<b>h<sup>2</sup>m</b>	0.63	0.47	0.42
<b>Δ VG (%)<sup>1</sup></b>	0.01 - 0.30	0.03 - 0.95	0.05 - 0.88
<b>Δ Acurácia (%)<sup>2</sup></b>	65 - 84	86 - 97	82 - 94

<sup>1</sup> Variação do valor genotípico entre os acessos.

<sup>2</sup> Variação do valor da acurácia entre os acessos.

Vg: Variação genética; Ve: Variação ambiental; Vf: Variação fenotípica; h<sup>2</sup>g: Herdabilidade genética individual; h<sup>2</sup>m: Herdabilidade baseada em várias repetições; CVgi: Coeficiente de variação genético; CVe: Coeficiente de variação experimental; Cvr: Coeficiente de variação relativo.



**Figura 5.** Avaliação de incidência e severidade de *Ceratocystis fimbriata* em diferentes acessos da mangueira ‘Ubá’; a – Acesso 178 com todas as plantas resistentes ao isolado SESP8-3; b – acesso 178 com elevado número de plantas suscetíveis ao isolado ERRJ2-4; c – Acesso 126, apresentando plantas resistentes e suscetíveis ao isolado NEAL1-5; d – Mangueira variedade ‘Espada’, utilizada como comparador suscetível apresentando sintomas de murcha-de-ceratocystis.

**Tabela 2.** Valores genotípicos para incidência dos acessos da mangueira ‘Ubá’ resistentes aos isolados SESP8-3, ERRJ2-4 e NEAL1-5 de *Ceratocystis fimbriata*.

Acesso	Valor Genotípico			Variação Severidade (%)	Média Severidade (%)	Δ Acurácia (%)
	SESP8-3	ERRJ2-4	NEAL1-4			
115	7	12	6	13 – 100	27	92
142	2	3	8	7 – 100	31	94
184	2	10	17	9 – 100	62	94
185	2	2	14	13 – 100	62	94
127	8	3	20	8 – 100	70	90
121	8	14	7	11 – 100	69	90
114	5	7	16	13 – 100	69	92
151	7	12	6	13 – 100	70	92
187	6	15	6	14 – 100	71	94
26*	2	8	9	9 – 100	64	93
119*	13	17	14	9 – 100	69	93
108*	5	13	15	11 – 100	69	93
140*	20	15	17	11 – 100	70	92
182**	4	9	25	11 – 100	71	95
134**	5	22	4	11 – 100	70	94
174**	2	15	23	10 – 100	60	91
122**	2	9	22	13 – 100	51	92

\*Acessos selecionados, mas indisponíveis para coleta.

\*\* Acessos utilizados para suprir a indisponibilidade de alguns materiais vegetais.

### 3.2 Segunda seleção

Na segunda seleção, nove plantas de cada um dos 13 acessos selecionados na primeira etapa foram inoculadas com dez isolados de diferentes regiões do Brasil. Independentemente do isolado inoculado, os acessos 182, 151 e 134 obtiveram menores médias de severidade e valores genotípicos (Tabela 3). Para os demais acessos os valores genotípicos variaram entre 61% a 68% e os de severidade média entre 57 e 65%. O comparador suscetível, a manga ‘Espada’ apresentou média de severidade de 87% e valor genotípico igual a 81%.

**Tabela 3.** Média da severidade, do valor genotípico e parâmetros genéticos da resistência de 13 acessos de mangueira ‘Ubá’ a dez isolados de *Ceratocystis fimbriata* de diferentes regiões do Brasil.

Acesso	Média de severidade (%)	Média do valor genotípico (%)	Acurácia (%)
182	47	58	82
151	53	57	83
134	53	58	83
185	57	61	83
174	60	62	83
142	60	63	83
115	61	63	83
187	62	63	83
114	63	64	83
127	64	66	83
184	64	63	83
121	64	68	83
122	65	64	83
Espada	87	81	83
Componentes de Variância REM (Individual)			
V <sub>g</sub> *	V <sub>f</sub> *	h <sup>2</sup> <sub>g</sub> *	Média geral
47.90	1927.19	0.024	64.16

\*V<sub>g</sub> - Valor genético; V<sub>f</sub> - valor fenotípico; h<sup>2</sup><sub>g</sub> – herdabilidade média dos acessos

Quando se analisam os isolados, verifica-se que aqueles oriundos do Rio de Janeiro (ERRJ2-1), Alagoas (NEAL1-12), Ceará (NECE2-13), Bahia (NEBA1-6), Paraíba (NEPB1-6) e Pernambuco (NEPE1-13) foram mais agressivos nos acessos da mangueira ‘Ubá’; enquanto os isolados de São Paulo (SESP1-6 e SESP1-12), Minas Gerais (SEMG1-7) e Mato Grosso do Sul (SEMS2-13) proporcionaram menores valores de severidade (Tabela 4). Para os isolados do RJ e do Nordeste as médias de severidade variaram de 77% a 94% e as estimativas de valor genotípico de 77% a 98%, enquanto que para os isolados de SP, MG e MS os acessos apresentaram médias de severidade entre 16% e 21% (Tabela 4). Para todos os isolados avaliados o valor de acurácia foi 94% confirmando a alta correlação entre o valor genotípico predito e o real de cada acesso, validando a agressividade do patógeno a cada acesso inoculado (Tabela 4).

Entre os isolados inoculados, o do Rio de Janeiro (ERRJ2-1) proporcionou as maiores médias de severidade entre os acessos avaliados. As médias de severidade variaram de 83% a 100%, associados a valores genotípicos que próximos a 98%. A

estimativa da herdabilidade individual no sentido amplo ( $hg^2$ ) da resistência de cada acesso à esse isolado foi de 0,03%, ou seja, praticamente nula. Quanto à acurácia o valor obtido foi de 13% e o coeficiente de variação relativa (CVr) de 0,052 (Tabela 4).

Entre os isolados do Nordeste, o isolado de Alagoas foi o mais agressivo (NEAL1-12). Para esse isolado, os valores de severidade entre os acessos inoculados variaram de 80% a 100%, associados a valores genotípicos que variaram de 91% a 98%. O acesso 134 apresentou o menor valor de severidade. Os demais acessos apresentaram a mínima da média de severidade de 86%. Assim como para o isolado NELA1 - 12, a estimativa da  $hg^2$  foi praticamente nula (7%). A estimativa da acurácia foi de 61% validando as estimativas; e do CVr de 0,28, indicando um predomínio da variação ambiental sobre a variação genética (Tabela 4). Para o isolado da Bahia (NEBA1-6), os valores de severidade entre os acessos variaram de 66% a 100% associados a valores genotípicos de 80,5% a 97,4%. Assim como observado para o isolado NEAL1-12, o acesso 134 exibiu o menor valor de severidade. Os demais acessos apresentaram média de severidade mínima de 88%. A estimativa da  $hg^2$  foi de 11%, de acurácia de 70% e do CVr de 0,35 (Tabela 4). O isolado de Paraíba (NEPB1-6) propiciou valores de severidade e genotípicos que variaram de 62% a 100% e de 77% a 93%, respectivamente. O acesso 115 apresentou a menor média de severidade (62%) seguido do acesso 134 com 67%. A estimativa da  $hg^2$  foi de 8%, de acurácia de 63% e do CVr de 0,29 (Tabela 4). Para o isolado de Pernambuco (NEPE1-13) os valores de severidade obtidos foram de 54% a 100%, associados a valores genotípicos que variaram de 64% a 90%. Os acessos 151, 122 e 142 apresentaram os menores valores de severidade, associados a valores de severidade de 54%, 58% e 65%, respectivamente. As estimativas da  $hg^2$  e da acurácia foram de 13% e 73%, respectivamente, enquanto a estimativa do Cvr foi de 0,39 (Tabela 4).

Dente os isolados do Nordeste, o menos agressivo foi o do Ceará (NECE2-13). As médias de severidade para os acessos inoculados com esse isolado variaram de 21% a 100% associados a valores genotípicos que variaram de 72% a 99%. O acesso 182 mostrou a menor média de severidade (21%), enquanto os demais apresentaram a média mínima de severidade 83%. Apesar do acesso 182 ter apresentado uma taxa de severidade menor que 25%, seu valor genotípico de 72% indica que ele possui poucos alelos favoráveis e, portanto, não seria viável recomendá-lo como porta enxerto para áreas onde prevalece esse isolado. A estimativa da  $hg^2$  foi de 30%. As estimativas de acurácia e Cvr foram moderadas, de 86% e 0,67, respectivamente (Tabela 4).

Para o isolado do Mato Grosso do Sul (SEMS2-13) os valores de severidade entre os acessos foram bem inferiores aos do Nordeste e do Rio de Janeiro, variando de 8% a 30% e associados a valores genotípicos que variaram de 10% a 29%. Os acessos 151, 185 e 134 tiveram menores valores de severidade 8%, 9% e 11%, respectivamente, associadas a baixos valores genotípicos, indicando que esses acessos possuem alelos favoráveis para a resistência. As estimativas da  $hg^2$  e da acurácia foram 47% e 91%, respectivamente; e do Cvr foi de 0,93 (Tabela 4). Assim para o isolado do MS, o isolado de Minas Gerais (SEMG1-7) proporcionou médias de severidade baixas, variando entre de 4% a 31%, associadas a valores genotípicos de 7% a 30%. Os valores de severidade para os acessos 185, 151 e 115 foram de 7%, 8% e 10%, respectivamente. As estimativas da  $hg^2$ , da acurácia e do Cvr foram de 44%, 90%, 0,88 respectivamente (Tabela 4).

Para os dois isolados do fungo coletados São Paulo, SESP1-12 e SESP1-6, os valores de severidade entre os acessos foram similares, cujo valores médios variaram entre 7% a 44%, associados a valores genotípicos que variaram de 10% a 41%. O acesso 182 foi o mais resistente aos dois isolados com valor médio de severidade de 7% e 13%, respectivamente. As estimativas da  $hg^2$  de 35% e 23%, respectivamente (Tabela 4).

Os acessos inoculados com diferentes isolados de *C. fimbriata* tiveram todas as repetições com sintomas de lesão, murcha e/ou morte. Nenhum dos acessos de mangueira ‘Ubá’ utilizados como testemunha (inoculados com água) apresentaram quaisquer sintoma da doença. O comparador suscetível de ‘Espada’ apresentou sintoma da doença para todos os isolados testados, obtendo valores de severidade variando de 66% a 94% associados a valores genotípicos que variaram entre 68% a 98% (Tabela 4).



**Figura 6.** Acessos inoculados com diferentes isolados de *C. fimbriata*; a - Acessos com todas as repetições dos acessos com sintomas de lesão, murcha e/ou morte; b - Acessos de mangueira com diferentes níveis de resistência aos diferentes isolados.

**Tabela 4.** Valor genotípico associado à severidade da doença em diferentes acessos.

Acesso	Valor genotípico associado à severidade de cada isolado																			
	NEAL1-12		NEBA1-6		NECE2-13		SEMS2-13		SEMG1-7		NEPB1-6		NEPE1-13		ERRJ2-1		SESP1-12		SESP1-6	
	S%	VG%	S%	VG%	S%	VG%	S%	VG%	S%	VG%	S%	VG%	S%	VG%	S%	VG%	S%	VG%	S%	VG%
114	100	98.0	98	97.2	97	98.5	15	16.1	31	29.8	83	88.5	100	90.4	100	98.2	17	17.8	16	18.4
115	100	98.0	98	97.2	100	98.8	27	25.9	8	9.8	62	*76.5	76	76.8	100	98.2	28	27.1	23	23.9
121	100	97.9	88	91.6	100	98.8	18	18.8	13	14.1	88	92.1	92	85.9	100	98.2	44	40.6	42	37.3
122	100	98.0	100	97.3	100	98.8	30	28.6	20	20.1	100	92.9	58	66.5	100	98.2	17	17.8	22	23.1
127	98	97.8	100	97.3	100	98.8	16	16.1	31	30.0	98	92.5	100	90.4	94	98.1	13	14.9	20	21.7
134	80	*90.5	68	*80.4	93	93.0	11	12.0	14	14.7	67	83.9	76	76.6	100	98.2	20	20.7	21	22.2
142	93	95.2	92	93.2	100	98.8	12	12.6	25	25.1	84	89.1	65	70.5	85	98.2	18	18.4	34	31.4
151	86	92.4	92	93.3	100	98.8	8	*9.5	6	8.1	77	82.9	54	*64.1	85	98.2	8	11.0	16	18.9
174	100	98.0	99	97.2	100	98.8	14	15.1	18	18.5	78	86.1	59	66.9	100	98.2	17	17.6	24	24.6
182	100	98.0	99	97.2	21	*71.5	12	13.1	16	18.7	73	81.2	84	81.2	83	*98.0	7	*10.1	9	*13.3
184	100	98.0	100	97.3	100	98.8	17	17.6	10	11.8	100	92.9	92	85.5	96	98.1	19	20.0	10	14.1
185	98	97.9	90	93.0	100	98.8	9	10.4	4	*6.5	80	84.3	82	80.1	100	98.2	18	18.9	18	20.2
187	100	98.0	100	97.3	83	85.6	20	20.0	25	24.6	91	92.5	59	66.9	100	98.2	23	22.9	21	22.2
Média F. A	93		89		89		16		17		80		77		94		19		21	
Média G. A	96		94		94		21		23		87		77		98		24		26	
Acurácia	94		94		94		94		94		94		94		94		94		94	
Espada	94	95.66	89	91.82	66	80.09	83	74.09	94	82.82	92	89.01	89	83.63	93	98.10	81	68.25	88	67.82
Estimativas de parâmetros genéticos da resistência dos acessos a cada isolado																				
h <sup>2</sup> g (%)	7		11		30		47		44		8		13		0,3		35		23	
Accss (%)	61		70		86		91		90		63		73		13		87		82	
Cvr	0,28		0,35		0,67		0,93		0,88		0,29		0,39		0,052		0,73		0,54	

Média F. A - Média fenotípica de agressividade dos acessos; Média G. A - Média Genotípica de Agressividade dos acessos; h<sup>2</sup>g - estimativa de herdabilidade dos acessos para cada isolado; Accss - acurácia de todos os acessos para cada isolado; Cvr - Coeficiente de variação relativo dos acessos para cada isolado; \*destaque para os acessos que tiveram melhor desempenho de cada isolado.

#### 4. DISCUSSÃO

As estimativas dos valores genotípicos baseados na incidência e severidade demonstraram que houve diferença na resistência à murcha-de-ceratocystis nos acessos da mangueira ‘Ubá’ frente aos diferentes isolados de *C. fimbriata*. Apesar de serem observados sintomas em todos os acessos inoculados, em alguns a severidade da doença foi menor. Os isolados do Rio de Janeiro (ERRJ2-1), Alagoas (NEAL1-12), Ceará (NECE2-13), Bahia (NEBA1-6), Paraíba (NEPB1-6) e Pernambuco (NEPE1-13) foram altamente agressivos, em média, para a maioria dos acessos, enquanto que para os isolados de São Paulo (SESP1-6 e SESPS1-12), Minas Gerais (SEMG1-7) e Mato Grosso do Sul (SEMS2-13) os acessos da mangueira ‘Ubá’ obtiveram um baixo valor genotípico, indicando que esses isolados foram menos agressivos que os isolados anteriores. Esses resultados vão de encontro com o levantamento da diversidade genética dos isolados de *C. fimbriata* no Brasil por meio de marcadores microsatélites, realizado por Oliveira (2014). De acordo com esse trabalho existem três populações principais do fungo no Brasil infectando manga; uma predominantemente no Nordeste (BA, PE, AL, CE e PB) uma no Sudeste (SP e MG, incluindo também isolados encontrados em MS) e uma de ocorrência específica no leste do RJ. Assim ao relacionar os resultados de diversidade genética com os de agressividade dos isolados, pode-se concluir que a mangueira ‘Ubá’ apresenta boa resistência à população do fungo presente em SP, MG e MS, mas é altamente suscetível aos isolados do Nordeste e do Leste do RJ.

Os resultados obtidos neste trabalho estão de acordo também com a ausência da doença na Zona da Mata de MG (Informação pessoal, Leonardo S. S. Oliveira), onde se encontram os maiores plantios da mangueira ‘Ubá’ (Rocha et al., 2011). Já a ocorrência de um isolado de *C. fimbriata* infectando uma árvore de pé franco da variedade ‘Ubá’, que em São Paulo é denominada Jasmin, encontrada no Polo Regional do Centro Leste Paulista/APTA, em Ribeirão Preto e relatado por Ribeiro et al. (1986a) pode ser devido à variação genética dentro da espécie da mangueira ‘Ubá’. Apesar de ser uma variedade poliembriônica, de acordo com Rocha et al. (2011) é possível encontrar variabilidade entre diferentes acessos da mangueira ‘Ubá’. Esta variação poderia também refletir na resistência à murcha-de-ceratocystis. Outras hipóteses para suplantação da resistência na mangueira ‘Ubá’ em SP são i) a seleção de variantes existentes do patógeno; ou ii) a introdução de isolados do Nordeste ou do Leste do RJ em SP.

De acordo com Van Wyk et al. (2011) além de *C. fimbriata*, mais duas espécies de *Ceratocystis* infectam manga no Brasil, *C. mangicola* e *C. mangivora*. Seguindo essa premissa Galli et al., (2011) demonstraram que a mangueira ‘Ubá’ pode ser utilizada para separar as espécies de *C. fimbriata* de *C. mangicola*, sendo esta resistente à segunda espécie. Neste trabalho, apoiado nos resultados obtidos por Ferreira et al. (2010) e Oliveira (2014) consideramos *C. fimbriata* como a única espécie infectando manga no Brasil. As outras duas espécies, incluindo *C. mangicola* seriam apenas subpopulações de *C. fimbriata*. Assim, a mangueira ‘Ubá’ seria uma boa diferenciadora das populações do sudeste do Brasil (MG, SP e MS) daquelas encontradas no Nordeste e Leste do RJ.

A estimativa da herdabilidade é relevante para a predição dos ganhos genéticos, pois embasa na escolha das características que se destacam de forma a promover seleção dos melhores indivíduos (Vencovsky e Barriga, 1992). Neste trabalho, herdabilidade entre 23% a 47% foram observadas para a resistência aos isolados de MS, SP, MG e também do CE, indicando situações favoráveis ao melhoramento para resistência a esses isolados. Para os isolados dos demais estados a herdabilidade da resistência foi baixa, sendo praticamente nula em alguns casos. Esse resultado pode ser explicado pelo fato da resistência à murcha-de-ceratocystis ser influenciada por muitos genes, cada um sofrendo influência ambiental. Portanto, trata-se de uma característica quantitativa em que apenas uma pequena fração da variação fenotípica total é explicada pela variação genética.

Já a estimativa do coeficiente de variação relativa ( $CV_r$ ) indicou um predomínio da variação ambiental sobre a variação genética, pois não foram encontrados em nenhum dos acessos  $CV_r$  acima da unidade. Segundo Vencovsky (1987), para experimentos com mais de duas repetições, quanto mais próximo de 1 forem as relações  $CV_g/CV_e$ , melhores as chances de ganhos com aplicação de seleção de progênies, sugerindo que a característica pode ser trabalhada facilmente no melhoramento. Porém, devido ao grande número de acessos usados nas seleções do presente trabalho, as estimativas obtidas foram suficientes para propiciar uma inferência precisa sobre o valor genotípico dos acessos.

Além disso, para todos os isolados avaliados o alto valor de acurácia confirma a alta correlação entre o valor genotípico predito e o real de cada acesso, validando a agressividade do patógeno a cada acesso inoculado. De acordo com Pires et al., (2011), os fatores que podem afetar a herdabilidade para os caracteres podem ser devido ao tamanho da amostra avaliada; a característica ter maior controle ambiental do que

genético; e a unidade experimental considerada (a herdabilidade pode ser estimada com base e dados de uma única planta, em uma parcela, ou com base na média das parcelas). Sendo assim, o alto valor da herdabilidade na seleção entre médias demonstra alta acurácia na identificação dos melhores genótipos. Conforme Vencovsky e Barriga (1992) a estimação da herdabilidade é relevante para a predição dos ganhos genéticos, pois embasa na escolha das características que se destacam de forma a promover seleção dos melhores indivíduos.

Os acessos 182, 151 e 134 apresentaram resistência a um maior número de isolados de *C. fimbriata*. Segundo Pires et al., (2011) a exposição de genótipos sobre uma alta gama de isolados é uma oportunidade de conseguir informações sobre essa interação e futuramente selecionar genótipos (acessos) resistentes baseando-se em sua resposta média, frente à variabilidade do patógeno. Para os demais acessos os valores genotípicos demonstraram que existem vários alelos de suscetibilidade sobre esses acessos. As estimativas de valores genotípicos obtidos são validadas pelas estimativas de acurácia associadas, permitindo aferir com segurança sobre o grau de severidade do patógeno, ou o grau de resistência de cada acesso. As estimativas de herdabilidade ao nível de indivíduos indicaram que os ganhos com a seleção entre plantas individuais (sem repetição) não é promissora, devendo-se dar maior atenção à seleção entre médias de acessos ou à seleção para resistência à isolados específicos.

Os resultados obtidos demonstram que a mangueira 'Ubá' é uma importante fonte de resistência à *murcha-de-ceratocystis*, principalmente para as populações do patógeno de MG, MS e SP, fazendo dessa cultivar uma opção para variedade copa e, ou para porta-enxerto. Entretanto, para o estado de SP, devido ao relato de suplantação da resistência na mangueira 'Ubá' na década de 1980 (Ribeiro et al., 1986) deve-se inocular um maior número de isolados de modo a confirmar essa resistência. Essa recomendação é baseada também na baixa dispersão do patógeno entre as regiões do Brasil, conforme observado por Oliveira (2014). Já para o Nordeste e Leste do RJ não é recomendável utilizar esta variedade, devido à alta suscetibilidade aos isolados locais. Para essas regiões, novos acessos e variedades devem ser avaliadas para a seleção de fontes de resistência. Além disso, medidas devem ser intensificadas no sentido de evitar o trânsito de mudas contaminadas entre as diferentes regiões do Brasil, evitando assim a disseminação de variantes do fungo.

## 5. CONCLUSÕES

- A mangueira ‘Ubá’ apresenta boa resistência à população do fungo presente em SP, MG e MS, mas é altamente suscetível aos isolados do Nordeste e do Leste do RJ.
- Os acessos 182, 151 e 134 apresentaram resistência a um maior número de isolados de *C. fimbriata* sendo recomendados na utilização de porta-enxertos.
- Para o Nordeste e Leste do Rio de Janeiro não é recomendável utilizar a variedade ‘Ubá’, devido à alta suscetibilidade aos isolados para essas regiões.
- Medidas de controle como sistemas de quarentenários devem ser intensificadas no sentido de evitar o transito de mudas entre as diferentes regiões do Brasil, evitando assim a disseminação de variantes do fungo.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA (2014). Beling RR, editor. Anuário Brasileiro de Fruticultura.136.

AL-ADAWI AO, DEADMAN ML, RAWAHI AK AL, KHAN AJ, MAQBALI YM AL. (2003). *Diplodia theobromae* associated with sudden decline of mango in the Sultanate of Oman. *Plant Pathology*. 52:419.

AL-SUBHI AM, AL-ADAWI AO, WYK MVAN, DEADMAN ML, WINGFIELD MJ, GRIFFITH GW. (2005). *Ceratocystis omanensis*, a new species from diseased mango trees in Oman. *Mycological Research*. 110:237–245.

AL ADAWI AO, DEADMAN ML, RAWAHI AK AL, MAQBALI YM AL, JAHWARI AA AL, AL BA. (2006). Aetiology and causal agents of mango sudden decline disease in the Sultanate of Oman. *European Journal of Plant Pathology*.247–254.

BATISTA, D.C., TERAPO, D., BARBOSA, M.A.G., BARBOSA F.R. (2008). Seca-da-mangueira detecção, sintomatologia e controle. Comunicado Técnico 138, Petrolina, PE, Embrapa. Disponível em [HTTP://www.cpatia.embrapa.br](http://www.cpatia.embrapa.br).

BATISTA, D.C. (2010) Cultivo da mangueira. Sistemas de produção (Embrapa) Disponível em: [www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br](http://www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br).

CARVALHO, C.R.L., ROSSETTO, C.J., MANTOVANI, D.M.B., MORGANO, M.A., CASTRO, J.V. DE, BORTOLETTO, N. (2004). Avaliação de cultivares de mangueira selecionadas pelo instituto agrônomo de campinas comparadas a outras de importância comercial. *Revista Brasileira de Fruticultura*.264–271

CUNHA, G.A.P. (1994). Manga para exportação: aspectos técnicos da produção. Brasília: EMBRAPA, 35p.

DONADIO, L.C. Cultivares brasileiras de manga. (1996) São Paulo. Fundação Editora da UNESP, 74p.

DONADIO, L.C, FERREIRA F.R. Mangueira, In BRUCKNER C.H. (2008). Melhoramento de Fruteiras Tropicais. Ed.UFV, vol 1. p. 351-352.

DUNLOP, R., RESENDE, M. Y BECK, S. (2005). Early Assessment of first year height data from five *Acacia mearnsii* (black wattle) sub-populations in South Africa using REML/BLUP. *Silva e Genética* 54(4 - 5):166 - 174.

FERREIRA, M.A., HARRINGTON, T.C., THORPE, D.J., ALFENAS, A.C. (2010). Genetic diversity and interfertility among highly differentiated populations of *Ceratocystis fimbriata* in Brazil. *Plant Pathology*. 59: 721-735.

GALLI, J.A., MARTINS, A. L. M., ITO, M. F., BRAGHINI, M.T., NARITA, N., ROSSETTO, C.J. (2011). Seca-da-mangueira XXII. Sobrevivência de variedades poliembriônicas. *Revista Brasileira Fruticultura*. vol.33 no.4. Jaboticabal – SP.

IBRAF. INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS (2008). Disponível em: [www.ibraf.org.br/estatisticas/Exportação/ComparativodasExportaçõesBrasileirasdeFrutasfrescasJanOut](http://www.ibraf.org.br/estatisticas/Exportação/ComparativodasExportaçõesBrasileirasdeFrutasfrescasJanOut).

MASOOD A, SAEED S, SAJJAD A. (2008). Characterization and damage patterns of different bark beetle species. *Pakistan Entomologist*. 30:163–168.

MOUTIA, Y., SAUMTALLY, S. (2001). Detection from soil and distribution of *Ceratocystis paradoxa* Moreau, causal agent of the pineapple disease of sugarcane. In: Lalouette, J.A., Bachraz, D.Y., Sukurdeep, N. (1999). *Proceedings of the Fourth Annual Meeting of Agricultural Scientists*. October p. 75–82.

OLIVEIRA, L.S.S. (2014). Agressividade de isolados de *Ceratocystis fimbriata* em clones de *Eucalyptus* spp. Dissertação de mestrado da Universidade Federal de Viçosa, pg. 26.

OLIVEIRA, G.P., SIQUEIRA, D.L., SILVA, D.F.P., MATIAS, R.G.P., SALOMÃO, L.C.C. (2013). Caracterização de acessos de mangueira Ubá na zona da mata mineira. *Ciência Rural*, vol. 43 no.6.

PIRES, I.E., RESENDE, M.D.V. (2011). *Genética florestal*. Ed 1, p. 101-109. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa (MG).

PLOETZ RC, FREEMAN S. (2009). Foliar, Floral and Soilborne Diseases. In: Liz RE, editor. *The Mango: Botany, Production and Uses*. 2nd ed.; p. 232–302.

RESENDE; M.D.V. (2002). Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília.

RESENDE, M.D.V., DUARTE; J.B (2007). Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. Universidade Federal de Goiás.

RIBEIRO, I.J.A., LOURENÇÃO, A.L., PARADELA, FIHO O. & SOARES, N.B. (1984). Seca-da-Mangueira VII. Resistência de cultivares de Mangueira ao fungo *Ceratocystis fimbriata* Ell. & Halst. *Bragantia*, 43: 237-243.

RIBEIRO, I.J.A., ROSSETO, C.J., SABINO, J.C. & GALLO, P.B. (1986 b). Seca-da-mangueira VIII. Resistência de porta-enxertos de mangueira ao fungo *Ceratocystis fimbriata* Ell. & Halst. *Bragantia* 45: 317-322.

RIBEIRO, I.J.A., ROSSETTO, C.J., MARTINS, A.L.M. (1986a). Seca-da-mangueira IX. Ocorrência de isolado de *Ceratocystis fimbriata* patogênico à cultivar Jasmin de mangueira. *Fitopatologia Brasileira*, 11:304.

RIBEIRO, I.J.A. Seleção de porta-enxertos de mangueira (*Mangifera indica* L.) resistentes ao fungo *Ceratocystis fimbriata* Ell & Halst. (1993), UNESP, Jaboticabal. 1993.

RIBEIRO, I.J.A.; ROSSETTO, C.J.; DONADIO, A.C.; SABINO, J.C.; MARTINS, A.L.M.; GALLO, P.B (1995). Mango wilt. XIV Selection of mango (*Mangifera indica* L.) rootstocks resistant to the mango wilt fungus *Ceratocystis fimbriata* Ell & Halst. *Acta Horticulturae*. The Hague-Holanda, v. 370, p.159-166.

RIBEIRO, I.J.A. (1997). Doenças da mangueira (*Mangifera indica* L.). In: Kimati, H., Amorim, A., Bergamin-Filho, A., Camargo, L.E.A. & Rezende, J.A.M. (Eds.) *Manual de Fitopatologia, Volume 2: Doenças das Plantas Cultivadas*. São Paulo. Agronômica Ceres.

ROCHA, A. (2009). Identificação de embriões zigóticos e nucelares de sementes e caracterização agrônômica e molecular de acessos de mangueira ‘Ubá.’; 115.

ROCHA, A., SALOMÃO, L.C.C., SALOMÃO, T.M.F., CRUZ, C.D., SIQUEIRA, D.L. (2011). Genetic diversity of Ubá Mango tree using ISSR markers. *Molecular Biotechnology*, v.48, p.200-205.

ROSSETTO, C.J., MEDEIROS, J.W.A. (1967). Seca da mangueira. II. Existência do complexo, artrópodos do solo – *Ceratocystis fimbriata*, Scolytidae, no Estado de São Paulo. *Revista da Sociedade Brasileira de Fitopatologia*, 1: 19-32.

ROSSETTO CJ, RIBEIRO IJA. (1983). Seca da Mangueira VI. Uma revisão do problema. *Ciência e Cultura*. 35:1411–1415.

ROSSETTO, C.J., MEDEIROS, J.W.A. (1967). Seca da mangueira. II. Existência do complexo, artrópodos do solo – *Ceratocystis fimbriata*, Scolytidae, no Estado de São Paulo. *Revista da Sociedade Brasileira de Fitopatologia*, 1: 19-32.

SILVA, P.C.G., CORREIA, R.C. (2004). O cultivo da manga no Brasil e no semi-árido nordestino. Petrolina, PE, Embrapa. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Manga/CultivodaMangueira/socioeconomia.htm>.

SILVA, D.F.P. et al. Antecipation of ubá mango ripening with preharvest ethephon application. *Ciência Rural*, v.41, n.1, p.63-69, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v41n1/a832cr2830.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2011.

SILVEIRA, S.F., HARRINGTON, T.C., MUSSI-DIAS, V., ENGELBRECHT, C.J.B., ALFENAS, A.C., SILVA, C.R. (2006). *Annona squamosa*, a new host of *Ceratocystis fimbriata*. *Fitopatologia Brasileira*.

SOUZA, A.G.C., MAFFIA, L.A., MURTA, H.M., ALVES, Y.H., PEREIRA, R.M.M.C.P. (2013). First Report on the Association Between *Ceratocystis fimbriata*, an Agent of Mango Wilt, *Xyleborus affinis*, and the Sawdust Produced During Beetle Colonization in Brazil. *Plant Disease*. 97:1116.

STRURROCK, T.T. (1967). Nucellar embryos of the mango. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, v. 80, p. 350-354.

TAVARES, S.C.C.H. (2004). Cultivo da mangueira: Manejo integrado de doenças. Embrapa semiárido. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Manga/CultivodaMangueira/doencas.htm>.

VAN, W.Y.K., M., A.L., ADAWI, A.O., WINGFIELD, B.D., AL SUBHI, A.M., DEADMAN, M.L., WINGFIELD, M.J. (2005). DNA based characterization of *Ceratocystis fimbriata* isolates associated with mango decline in Oman. *Australasian Plant Pathology*.

VAN WYK M, ADAWI AO AL, KHAN IA, MICHAEL L, JAHWARI AA AL, WINGFIELD BD, PLOETZ R, WINGFIELD MJ. (2007). mango wilt disease in Oman and Pakistan. *Fungal Diversity*. 27:213–230.

VAN WYK M, WINGFIELD BD, AL-ADAWI AO, ROSSETTO CJ, ITO MF, WINGFIELD MJ. (2011). Two new *Ceratocystis* species associated with mango disease in Brazil. *Micotaxon*. 117:381–404.

VENKOVSKY, R., BARRIGA, P. (1992). *Genética biométrica no fitomelhoramento*. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética. 496p.

VENKOVSKY, R. (1987). *Herança quantitativa. Melhoramento e produção de milho* 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, p. 137 – 2014.

VIEGAS AP. (1960). Seca da mangueira. *Bragantia*. 19:163–182.

ZAUZA, E. A. V., ALFENAS, A. C., HARRINGTON, T. C., MIZUBUTI, E. S., SILVA, J. F. (2004). Resistance of *Eucalyptus* clones to *Ceratocystis fimbriata*. *Plant Disease*, New York, v. 88, n. 7, p. 758-760.