

HIUNES MANSUR MURTA

**INTENSIDADE DA SECA DA MANGUEIRA EM MUDAS SUBMETIDAS A
DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE**

**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*.**

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2013**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

M984i
2013
Murta, Hiunes Mansur, 1986-
Intensidade da seca da mangueira em mudas submetidas a
diferentes níveis de salinidade / Hiunes Mansur Murta.–
Viçosa, MG, 2013.
viii, 67f. : il. ; 29cm.

Orientador: Luiz Antonio Maffia
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 59-67

1. Seca-da-mangueira. 2. Salinidade. 3. *Mangifera indica*.
4. *Ceratocystis fimbriata*. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Fitopatologia. Programa de Pós-Graduação
em Fitopatologia. II. Título.

CDD 22. ed. 634.44

HIUNES MANSUR MURTA

**INTENSIDADE DA SECA DA MANGUEIRA EM MUDAS SUBMETIDAS A
DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE**

**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: 26 de fevereiro de 2013.

**Prof. Raphael Bragança Alves Fernandes
(Co-orientador)**

Dr. André Gomes Coelho de Souza

Prof. Fabrício de Ávila Rodrigues

**Prof. Luiz Antonio Maffia
(Orientador)**

Dedico

Aos meus pais José Geraldo Murta e Ivani Mansur de Souza.

Ao meu irmão Túlio e meu primo Chicre (*in memoriam*).

À minha avó Nazira e minha noiva Bárbara.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por guiar toda a minha vida.

Aos meus pais, José Geraldo Murta e Ivani Mansur de Souza.

À minha querida vó Nazira, pelo amor e dedicação à família.

À minha noiva Bárbara, pelo amor, momentos de descontração, por me apoiar em todos os sentidos e dar razão a minha vida.

A família Mansur e Murta pelo apoio e incentivo mesmo à distância.

Aos meus tios Zezé, Zidane, meu irmão Túlio pelo apoio de toda hora. Ao meu primo Chicre Mansur (in memoriam) que sei que estará sempre torcendo por mim.

Aos amigos do 1611 e 301, Lucas, Gordo, Miau, Rabisco, Moisés, pelos momentos de descontração.

Aos professores da Universidade Federal de Viçosa, em especial aos professores do Departamento de Fitopatologia, por terem contribuído com minha formação e me ajudarem a chegar aonde cheguei, pelos ensinamentos.

Ao professor Luiz Antônio Maffia, pela orientação, confiança, amizade e paciência nesses sete anos.

Ao professor Raphael Bragança Alves Fernandes, pela coorientação e disponibilidade.

Ao professor Fabrício de Ávila Rodrigues e ao Dr. André Gomes Coelho de Souza pelas contribuições neste trabalho.

À Universidade Federal de Viçosa, ao Departamento de Fitopatologia e a VALE, pela oportunidade, e pelo apoio financeiro.

A toda equipe de Pós-Graduação e Graduação do Laboratório de Epidemiologia e Controle Biológico pela amizade, confiança, descontração, auxílio e esforço, em especial a André, Yuri, Helton, Fred, Álefe, Wanderson que ajudaram na execução dos trabalhos.

Aos funcionários do Viveiro de Café, ao Mário e Dona Neuza, pela constante colaboração de preparação e execução dos ensaios na casa-de-vegetação.

A todos que de alguma forma me apoiaram durante esse tempo.

Obrigado a todos!

BIOGRAFIA

HIUNES MANSUR MURTA, filho de Ivani Mansur de Souza e José Geraldo Murta, nasceu na cidade de Urucânia, Minas Gerais, em 15 de setembro de 1986.

Em maio de 2006, ingressou na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, graduando-se em Agronomia, em janeiro de 2011. Foi bolsista de iniciação científica de 2007 a 2010 no Laboratório de Epidemiologia e Controle Biológico sob a orientação de Luiz Antônio Maffia.

Em março de 2011, iniciou-se o Curso de Mestrado no Programa de Pós Graduação em Fitopatologia na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, submetendo-se à defesa de dissertação em 26 de fevereiro de 2013.

ÍNDICE

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. <i>Mangifera Indica</i>	3
2.2. Estresse salino	4
2.3. Efeito da salinidade sobre as plantas	4
2.4. Seca da mangueira	7
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1. Instalação e condução dos ensaios	11
3.2. Intensidade da doença	12
3.3. Crescimento vegetativo	13
3.4. Características fisiológicas	13
3.5. Teores e distribuição de nutrientes	13
3.6. Análise Estatística	14
4. RESULTADOS	15
4.1. Características da doença	15
4.1.1. Área abaixo da curva de progresso da doença	15
4.1.2. Tempo de murcha das plantas	18
4.1.3. Tempo de morte das plantas	20
4.1.4. Taxa de progresso da doença	23
4.2. Características de crescimento da planta	24
4.2.1. Altura das plantas	24
4.2.2. Diâmetro do caule	26

4.3. Massa seca	28
4.3.1. Massa seca das raízes	28
4.3.2. Massa seca do porta-enxerto	30
4.3.3. Massa seca do enxerto	33
4.3.4. Massa seca das folhas	36
4.3.5. Massa seca total	39
4.4. Características fisiológicas	42
4.4.1. Índice SPAD	42
4.4.2. Condutância estomática	44
4.5. Teores e distribuição de nutrientes	46
4.5.1. Sódio e Cloro	47
4.5.2. Potássio	48
4.5.3. Cálcio	48
4.5.4. Magnésio	50
4.5.5. Nitrogênio	50
4.5.6. Fósforo	50
5. DISCUSSÃO	51
6. CONCLUSÕES	58
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

RESUMO

MURTA, Hiunes Mansur, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2013. **Intensidade da seca da mangueira em mudas submetidas a diferentes níveis de salinidade.** Orientador: Luiz Antonio Maffia. Coorientador: Raphael Bragança Alves Fernandes.

A seca da mangueira, causada por *Ceratocystis fimbriata*, é o principal fator limitante à mangicultura em Omã. Nesse país, predominam os solos salinizados, e não se conhece o efeito da salinização na intensidade da doença. Assim, avaliou-se o efeito da salinidade sobre a doença em mudas de mangueiras, em diferentes combinações porta-enxerto x enxerto. Executaram-se dois ensaios, E1 e E2. Em ambos, usaram-se cinco concentrações de NaCl (0, 15, 30, 45 e 60 mmol L⁻¹) e três condições de inoculação (sem inoculação, inoculação do porta-enxerto e inoculação do enxerto). Em E1, usaram-se três cultivares como porta-enxerto ('Espada', 'Imbu' e 'Ubá') e um como enxerto ('Haden'). Em E2, adotou-se 'Ubá' como porta-enxerto e três cultivares ('Palmer', 'Haden' e 'Tommy Atkins') como enxerto. Inocularam-se as mudas, conduzidas em solução de Hoagland em sistema hidropônico aerado, com *C. fimbriata* a 10 cm acima (inoculação do enxerto) ou abaixo (inoculação do porta-enxerto) da marcação da enxertia. Executou-se cada ensaio por duas vezes, em esquema fatorial no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições (uma muda=uma unidade experimental). Avaliaram-se os tempos para murcha e morte das plantas e o comprimento de lesões, e se calcularam a área abaixo da curva de progresso e a taxa de progresso da doença. Aos 0 e 90 dias após exposição ao estresse salino, avaliaram-se: altura e diâmetro das plantas, calculando-se o incremento na altura e no diâmetro no período, e aos 90 dias, avaliaram-se o índice SPAD e a condutância estomática. Ao final dos ensaios, determinaram-se: massa seca da raiz, do porta-enxerto, do enxerto, das folhas, e total, bem como os teores de N, P, K, Ca, Mg, Na e Cl na raiz, caule do porta-enxerto, caule do enxerto e folhas. A intensidade da seca foi maior quando se inoculou o porta-enxerto. Houve menor crescimento, em termos de altura e diâmetro, decréscimo da massa seca e dos teores de N, P, K, Ca e Mg com o aumento das concentrações de NaCl. Em todos os cultivares avaliados, observaram-se sintomas da doença. No conjunto das características avaliadas, 'Ubá' usada como porta-enxerto e 'Tommy Atkins' como enxerto, foram menos sensíveis ao estresse salino e à doença.

ABSTRACT

MURTA, Hiunes Mansur, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2013. **Wilt intensity in mango seedlings submit in differents levels of salinity.** Adviser: Luiz Antonio Maffia. Co-adviser: Raphael Bragança Alves Fernandes.

Mango wilt, caused by *C. fimbriata*, is a limiting factor to mango production in Oman, is here salinized soils predominant. As effect of salinity on disease intensity is unknown, we aimed to evaluate the effect of salinity on the disease in mango plants with different combinations rootstock x graft. Two experiments were carried out, E1 and E2. In both, we used five concentrations of NaCl (0, 15, 30, 45 and 60 mmol L⁻¹) and three inoculation treatments (plants either uninoculated, inoculated in the rootstock, or inoculated in the graft). In E1, three cultivars were used as rootstocks ('Espada', 'Imbu' and 'Uba') and one as graft ('Haden'). In E2, 'Uba' was used as rootstock and three cultivars were used as graft ('Palmer', 'Haden' and 'Tommy Atkins'). *C. fimbriata* was inoculated 10 cm above (graft inoculation) or below (rootstock inoculation) the grafting. The seedlings were kept in Hoagland solution in aerated hydroponic system. We run each experiment twice, each one in a completely randomized factorial design with four replicates (onde plant = one experimental unit). We assessed the time for the plants to wilt and die, length of lesions, and calculated the area under the disease progress curve and the rate of disease progression. At 0 and 90 days of exposure of the plant to the salt stress, we evaluated: plant height and diameter, and at 90 days the chlorophyll fluorescence and stomatal conductance. At the end of the experiments, we also determined: dry mass of the root and leaves, total dry matter, and content of N, P, K, Ca, Mg, Na and Cl in the root, stem, and leaves. The mango wilt intensity in the plants was greater when *C. fimbriata* was inoculated in the rootstock. There was a decrease in height, diameter, dry matter, and N, P, K, Ca and Mg with increasing concentrations of NaCl. In all cultivars evaluated disease symptoms were observed. In all situations in which 'Uba' was used as rootstock and 'Tommy Atkins' as graft, we detected lesser sensibility to salt stress and susceptibility to mango wilt.

1. INTRODUÇÃO

A mangueira (*Mangifera indica*) é originária da Índia e do Arquipélago Malaio (Cunha et al., 2002), de onde foi levada para países de clima tropical e subtropical (Khanzada et al., 2004). Atualmente, a manga está entre as frutas mais exportadas no mundo, sendo a Índia (mais de 50% da produção mundial), China, México, Paquistão, Indonésia, Tailândia, Nigéria, Brasil, Haiti e Filipinas os principais produtores mundiais. No Brasil, os principais produtores são os Estados da Bahia, São Paulo, Pernambuco e Minas Gerais (IBGE, 2011). Em Minas Gerais, cultivam-se mais de 300 cultivares, principalmente os de origem norte-americana, como a 'Tommy Atkins', 'Haden', 'Keitt', 'Van Dyke', 'Parvin' e 'Winter' (Pizzol et al., 1998).

No sultanato de Omã, a mangueira é a terceira fruteira em importância econômica, precedida pela tâmara (*Phoenix dactylifera*) e banana (*Musa spp.*). Em 2004, a área de plantio em Omã foi cerca de 2.500 ha com produção de 8,6 mil toneladas, concentrada, principalmente, na região de Al Batinah, ao longo da costa norte do país. Nesse país, o cultivo baseia-se em cultivares locais e exóticos enxertados em porta-enxertos nativos. Desde o final da década de 1990, os produtores de Omã sofrem com a seca da mangueira, causada por *Ceratocystis fimbriata*. Em algumas regiões, a doença afetou mais de 60% das árvores (Al-Adawi et al., 2002). A primeira ocorrência da doença no Paquistão (Malik, et al., 2005) e Omã foi em 1998 (Al-Adawi et al., 2006). A doença também é problemática no Brasil, onde o primeiro relato em mangueira foi na década de 1930, no Estado de Pernambuco, por Carvalho (1938), que a denominou de “Mal do Recife”.

Além da mangueira, *Ceratocystis spp.* infecta outras culturas e, em particular, espécies arbóreas, como eucalipto (*Eucalyptus spp.*), plátano (*Platanus occidentalis*) e cacau (*Theobroma cacao*). *Ceratocystis fimbriata* foi a primeira espécie descrita do gênero, como agente causal da podridão negra de batata doce (*Ipomoea batatas*) (Halsted et al., 1981). Atualmente, considera-se que *C. fimbriata* envolve um complexo de espécies crípticas (Van Wyk et al., 2010). Novas espécies, antes tratadas como *C. fimbriata*, foram descritas como *C. cacaofunesta* em cacau e *C. platani* em *Platanus spp.* (Engelbrecht e Harrington, 2005; Johnson et al., 2005; Van Wyk et al., 2004, 2005, 2006, 2007 e 2010). Em Omã, o fungo foi identificado como *C. omanensis* (Al Subhi, 2006).

No Brasil, a doença vem sendo problema na região Nordeste principalmente, onde a mangueira é cultivada em solos com salinidade elevada. Uma medida de

controle da doença é a erradicação de plantas doentes. A mangueira é planta perene de alto custo de implantação, e a eliminação de plantas adultas doentes onera o custo de produção, inviabiliza o cultivo e não é a medida de manejo mais indicada para patógenos do solo. O mais recomendável é o plantio de cultivares resistentes, e já se observaram diferenças na suscetibilidade em porta-enxertos (Ribeiro et al., 1986a) e enxertos (Ribeiro et al., 1984). Portanto, é importante identificar combinações enxertos/porta-enxertos com melhor grau de tolerância ao estresse salino, à seca da mangueira, maior desenvolvimento vegetativo e produtividade. O entendimento da interação manga - *C. fimbriata* e dos mecanismos de resistência envolvidos é fundamental para implementar estratégias de controle da seca.

Como se sabe, fatores ambientais podem afetar a reação de plantas a patógenos. A mangueira é sensível a condições de salinidade, que podem induzir queima do ápice e das margens das folhas e, em casos mais severos, redução do crescimento, abscisão de folhas e morte da planta (Schmutz e Ludders, 1993; Morsy, 2003; Zuazo et al., 2003). Apesar de conhecerem os mecanismos fisiológicos pelos quais as plantas são tolerantes ao estresse salino, pesquisas com cultivares de mangueiras, quanto ao estresse salino são escassas, principalmente as conduzidas em solução nutritiva (Zuazo et al., 2006). Diante do exposto, objetivou-se estudar os efeitos da salinidade na intensidade da seca da mangueira, em diferentes combinações enxerto x porta-enxerto. Especificamente, determinaram-se os efeitos de cinco níveis de concentrações de NaCl, em várias combinações enxerto x porta-enxerto, sobre a intensidade da doença, crescimento vegetativo, teor de nutrientes, condutância estomática e índice SPAD.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. *Mangifera indica*

Originária do sudeste da Índia, a manga é uma das mais importantes frutas tropicais (Pinto et al., 2005). A produção mundial foi superior a 35 milhões de toneladas, em 2012 (FAO, 2013). O Brasil produz anualmente 1.249.520 toneladas e Omã 8.949 toneladas de manga (FAO, 2013). No Brasil, foi introduzida no século XVI e é uma das principais atividades do agronegócio frutícola apresentando desempenho crescente nos últimos anos.

Atualmente, há grande variabilidade de manga no mercado consumidor. Dentre essas, há cultivares monoembriônicas e poliembriônicas, fibrosas ou não. Essa variabilidade é função do enorme número de cultivares, diversidade das regiões produtoras, plantios tecnificados e aplicação de indutores florais. Nos plantios comerciais da manga, tanto para o mercado interno como para o externo, o cultivar ‘Tommy Atkins’ é o que tem maior importância comercial, sendo o mais cultivado e exportado no país.

A demanda mundial por frutas vem crescendo expressivamente, entretanto há ocorrência de grandes perdas na produção, sendo mais expressiva nas regiões tropicais, devido a condições ambientais favoráveis a ocorrência de pragas e doenças (Oliveira et al., 2006). Atualmente, a manga dispersou-se por todos os continentes, sendo cultivada na maioria dos países de clima tropical e subtropical. Nos anos de 1950, o cultivo da manga ocorria com plantas pé franco, mas atualmente todos os plantios são executados com plantas enxertadas.

Há vários porta-enxertos recomendados para a cultura da mangueira. A escolha do porta-enxerto se dá, quase que exclusivamente, sem considerar características fundamentais como resistência ou tolerância às doenças e pragas, porte da planta, hábitos vegetativos e resistência à seca (Castro Neto et al., 2002).

Os efeitos da interação porta-enxerto x enxerto ainda não são completamente conhecidos, mas admite-se que o vigor, longevidade, produção e qualidade dos frutos sejam influenciados. A grande variabilidade que ocorre em pomares de mangueira se deve ao uso de porta-enxertos não selecionados e padronizados. No Brasil, os cultivares ‘Ubá’ e ‘Espada’ estão entre os mais usados como porta-enxerto e ‘Tommy Atkins’ como enxerto (Manica, 2001).

2.2. Estresse salino

Há poucos estudos quanto às combinações enxertos/porta-enxertos de mangueira quanto à tolerância à salinidade, apesar de a mangueira ser cultivada comercialmente em áreas sujeitas a condições de salinização. Dessa forma, sabe-se que a salinidade pode vir a alcançar níveis tóxicos para a cultura. Por isso, demanda-se identificar combinações enxertos/porta-enxertos que sejam capazes de crescer e produzir economicamente em ambientes salinos.

Segundo Tylerman e Skerrett (1999), em ambientes salinos, o cloreto de sódio (NaCl) tem se mostrado o sal predominante, causando a maior parte das injúrias nas plantas. Em relação à tolerância à salinidade, as espécies vegetais são classificadas como halófitas (tolerantes) ou glicófitas (não tolerantes), dependendo da capacidade de absorção e/ou exclusão de Na pelas raízes, compartimentalização em nível celular (vacúolo) e de órgãos (tecidos menos sensíveis).

O grau de tolerância das espécies depende da magnitude de restrição do transporte de íons Na^+ e Cl^- para a parte aérea, da capacidade de síntese de solutos orgânicos (ajustamento osmótico), da presença de glândulas excretoras de sais e de suas respostas de crescimento e desenvolvimento (Munns e Tester, 2008).

2.3. Efeito da salinidade sobre as plantas

O estresse salino refere-se ao efeito negativo que o excesso de sais presentes na solução do solo exerce sobre o crescimento e desenvolvimento dos vegetais (Plaut, 1995). Plantas expostas a altas concentrações de sais acumulam íons tóxicos, os quais inibem muitas das reações metabólicas (Munns e Tester, 2008). O desequilíbrio osmótico e iônico leva à redução no crescimento da planta, baixa absorção de nutrientes, inibição da fotossíntese e danos a nível celular, como desorganização do sistema de membranas, produção de espécies reativas de oxigênio e acúmulo de metabólitos tóxicos (Neuman, 1997; Hasegawa et al., 2000; Marschner, 1995). Certos íons como o sódio e o cloro, podem ter efeito tóxico ou causar deficiência de outros nutrientes (Yahya, 1998).

Na maioria das espécies, o sintoma mais aparente do estresse salino é a diminuição no crescimento. À medida que a concentração de sal no ambiente fica acima de determinado nível, tanto a taxa de crescimento como o tamanho da maioria das

plantas diminuem progressivamente. Além disso, ocorrem injúria foliar, necrose e perda de folhas devido à toxidez dos íons (Tylerman e Skerrett, 1999). Em mangueiras em condições de salinidade, podem ocorrer queima do ápice e das margens das folhas, enrolamento das folhas, e em casos mais severos a redução do crescimento, abscisão de folhas e morte da planta (Zuazo et al., 2003).

Há relato do decréscimo do tamanho do caule, do número de folhas por planta e da área foliar de cultivares de mangueiras ‘Alphonso’, ‘Taimour’, ‘Ewaise’, ‘Hindy Bisinnara’ e ‘Zebda’ submetidos a estresse salino (Zuazo et al., 2006). Zuazo et al. (2003), estudando o efeito da salinidade sobre o desenvolvimento da mangueira ‘Osteen’ enxertado nos porta-enxertos ‘Gomera 1’ e ‘Gomera 3’, observaram decréscimo da produção de frutos nas plantas submetidas a estresse salino quando comparada às plantas controle. O efeito negativo da salinidade na produtividade foi maior em ‘Gomera 3’ que em ‘Gomera 1’, especialmente nos dois tratamentos com maiores níveis de salinidade (60 e 80 mmol.L⁻¹). Segundo o obtido há resposta diferenciada na tolerância desses porta-enxertos às condições salinas. No entanto, há poucos estudos quanto aos efeitos do porta-enxerto sobre os cultivares de mangueira (Zuazo et al., 2003).

A salinidade reduz a habilidade da planta em absorver água, levando a uma redução da taxa de crescimento e mudanças metabólicas idênticas aquelas causadas por estresse hídrico. A redução inicial no crescimento da parte aérea resulta, provavelmente, de sinais hormonais gerados pelas raízes. No entanto, pode ocorrer efeito específico do sal que, posteriormente, afeta o crescimento. Absorção de uma quantidade excessiva de sal pela planta causa senescência prematura e redução da área foliar fotossintética ativa (Munns, 2002).

A parte aérea da planta é geralmente mais sensível aos distúrbios catiônicos do que as raízes, e as diferenças quanto à habilidade para tolerar elevadas concentrações de Na⁺ nas folhas são variáveis entre os cultivares (Munns, 1993). Os sintomas de toxidez provocados pelo acúmulo excessivo de íons tóxicos Na⁺ e Cl⁻ manifestam-se como clorose marginal e surgimento de zonas necróticas que contribuem para a aceleração dos processos de senescência e abscisão foliar (Munns, 1993). Entre os íons que contribuem para a salinidade do solo, encontram-se o ânion Cl⁻ e o cátion Na⁺. O cloro é essencial ao desenvolvimento das plantas (Marschner, 1995), mas sua presença em concentrações elevadas no substrato de cultivo pode resultar em elevada redução no crescimento. Por sua vez, o sódio, apesar de não ser considerado elemento essencial, quando em

pequenas concentrações pode estimular a produtividade de algumas culturas (Mengel e Kirkby, 2001).

Cheeseman (1998) sugere que a quantidade de íons que atinge as folhas deve ser limitada para não ultrapassar a capacidade de compartimentalização dos mesmos no vacúolo. O mecanismo que possibilita às plantas tolerar altos níveis de salinidade envolve um controle mais eficiente no transporte de íons tóxicos para os órgãos aéreos transpirantes, acumulando-os nas raízes (Munns, 2002). O grau de acúmulo de sais nas raízes é função dos processos de exclusão, compartimentalização, velocidade de carregamento e reabsorção de sais no xilema, e depende da seletividade na absorção de íons nas células das raízes (Munns e Tester, 2008). A compartimentalização de sais nas raízes de culturas perenes pode prevenir os efeitos do estresse salino apenas em níveis baixos de salinidade ou quando a exposição aos sais se dá por um curto período (Garcia-Sanchez et al., 2002).

De acordo com Zhu (2003), a redução na turgescência celular provocada pelo estresse salino é causa importante da diminuição no crescimento das plantas, pois tem influência direta nos processos de expansão e divisão celular. A sensibilidade aos sais é dependente do estado de desenvolvimento do vegetal. As plantas lenhosas usualmente são mais tolerantes aos sais durante a fase de germinação que durante a fase de plântula (Shannon et al., 1994).

Plantas tolerantes à salinidade podem manter crescimento e completar o ciclo de vida em ambientes salinos (Parida e Das, 2004, 2005). Para isso, as plantas utilizam mecanismos de homeostase hídrica (ajustamento osmótico) ou iônica (exclusão e compartimentalização de íons), os quais minoram ou evitam os efeitos deletérios do estresse, permitindo assim, a sobrevivência em ambientes salinizados (Munns e Tester, 2008). De acordo com Zhu (2001), as plantas podem desenvolver mecanismos para prevenir o dano provocado pelo excesso de sais, restabelecendo as condições homeostáticas para se adaptarem ao novo ambiente e retomar o crescimento, ainda que em taxas reduzidas.

O uso de características fisiológicas e bioquímicas que agem a nível celular e da planta inteira, como fotossíntese, trocas gasosas, regulação da concentração de íons e estado hídrico da planta foram propostos para uso em programas de seleção de cultivares tolerantes à salinidade (Munns e Tester, 2008).

A salinidade afeta o desequilíbrio nutricional, pois resulta na indisponibilidade de nutrientes, com o deslocamento do cálcio, potássio e magnésio e compromete o transporte e distribuição de nutrientes na planta (Grattan e Grieve, 1992).

O declínio do crescimento das plantas submetidas à salinidade excessiva está, muitas vezes, associado à redução da fotossíntese (Lu e Zhang, 1998; Delfine et al., 1999; Sultana et al., 1999). A diminuição da fotossíntese com o aumento da salinidade é atribuída ao fechamento estomático, levando-se à redução da pressão parcial do CO₂ intracelular ou a fatores não-estomáticos (Herralde et al., 1998). A salinidade também afeta componentes fotossintéticos como enzimas, clorofilas e carotenoides. As mudanças nessas características dependem da severidade e duração do estresse salino e da espécie de planta (Sultana et al., 1999).

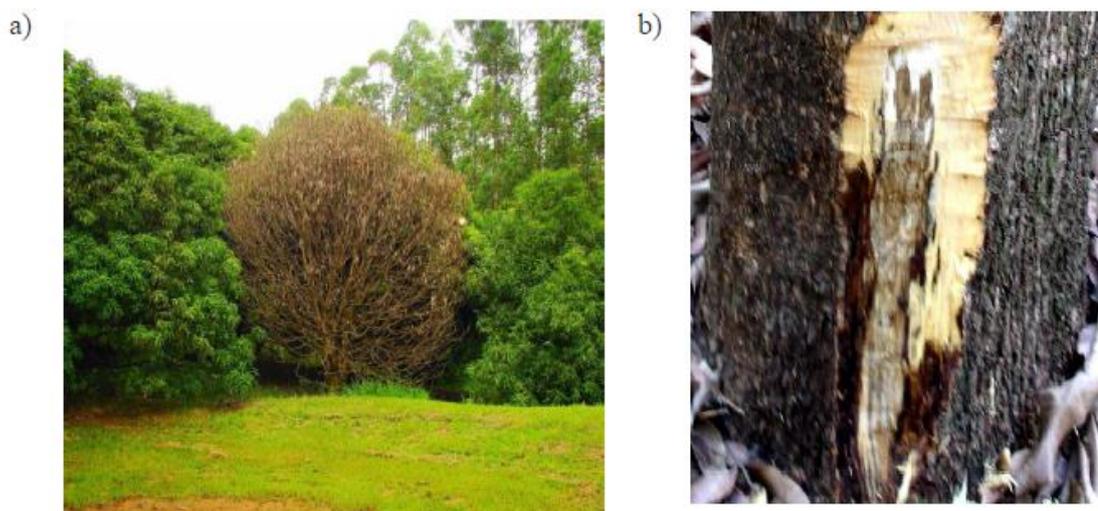
2.4. Seca da mangueira

O agente causal da seca da mangueira é o fungo *Ceratocystis fimbriata*. Esse patógeno tem ampla gama de hospedeiros e causa doenças em plantas lenhosas e herbáceas, de importância econômica como, acácia negra (*Acacia mearnsii*), batata doce (*Ipomoea batatas*), cacau (*Theobroma cacao*), cafeeiro (*Coffea arabica*), citrus (*Citrus* spp.), eucalipto (*Eucalyptus* spp.), figo (*Ficus carica*), gmelina (*Gmelina arborea*), mangueira (*Mangifera indica*), seringueira (*Hevea brasiliensis*) e *Platanus* spp. (Baker e Harrington, 2004; Baker et al., 2003).

No Brasil, o primeiro relato de *C. fimbriata* em mangueira ocorreu na década de 1930 em Pernambuco. Posteriormente, foi constatado nos Estados de São Paulo, Bahia, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Goiás e no Distrito Federal (Ribeiro et al., 1984), sendo denominada seca da mangueira. Na década de 1990, foi observada pela primeira vez fora do Brasil, ocorrendo no Paquistão (Malik et al., 2005) e no Sultanato de Omã (Al-Adawi et al., 2006), resultando em declínio da mangueira, e causando sérios danos à cultura, tornando-se um problema internacional para a mangicultura (Van Wyk et al., 2007).

Os sintomas da seca da mangueira assemelham-se aos observados em um galho de mangueira queimado pelo fogo. Inicialmente, ocorre murcha e o amarelecimento das folhas apicais, seguido de seca completa do galho afetado, mas cujas folhas permanecem na planta sem ocorrer desfolha (Figura 1a). Ocorre exsudação de seiva em alguns pontos (gomose) e, com a evolução da doença, verifica-se morte do galho infectado e de seus adjacentes, que vão sendo infectados progressivamente. O lenho

infectado tem coloração escura, em contraste com o tecido sadio (Batista et al., 2008). No tronco, observam-se lesões de coloração acinzentadas com regiões mais claras (Figura 1b). Essas lesões também podem ocorrer nas raízes. Secções transversais de órgãos lenhosos na forma de estrias radiais escuras é o principal sintoma da doença (Ferreira e Milani, 2002). A morte da mangueira pode ocorrer cerca de seis meses após a primeira aparição dos sintomas. A doença está associada a infecções por *Lasiodiplodia theobromae* e coleobrocas (Al-Adawi et al., 2002; Al-Adawi et al., 2006).



Fonte: Galli, 2011

Figura 1. a) seca da parte aérea de mangueiras; b) lesão em tronco de mangueira provocado pelo fungo *C. fimbriata*.

O fungo penetra diretamente através da epiderme do ramo sadio que oferece uma forte barreira mecânica, necessitando de vetor ou de ferimentos. Uma vez no interior da planta, seu desenvolvimento inicial dá-se na região do câmbio, entre a casca e o lenho. A infecção da mangueira por *Ceratocystis* spp. também pode ocorrer a partir da parte aérea e/ou das raízes das árvores. A penetração radicular independe de ferimentos, e a planta morre rapidamente (Bergamin et al., 1995). Quando ocorre através da parte aérea, a doença inicia-se pelos galhos laterais, e progride lentamente em direção ao tronco, atinge-o, e causa morte da planta. Na ausência da planta viva, o fungo pode sobreviver e se multiplicar no solo e nos galhos mortos (Bergamin et al., 1995).

A detecção de *C. fimbriata* a partir de xilema infetado dá-se, rotineiramente, a partir de pedaços de lenho afetado deixados em câmara úmida, ou transferindo fragmentos de lenho infetado para meio de cultura ou pela deposição de fragmentos de lenho doente entre fatias de cenoura (Moller et al., 1968).

Existe ampla variação genética do complexo *C. fimbriata* (Baker et al, 2003; Steimel et al, 2004), e grande parte dessa variação está entre clados e linhagens associadas a regiões geográficas ou hospedeiros específicos (Steimel et al, 2004). Sequências de acasalamento revelam três clados geográficos de *C. fimbriata*, centrados na Ásia, América do Norte e América Latina (Harrington, 2000). Dentro de cada clado geográfico, há várias linhagens associados a certos hospedeiros (Barnes et al., 2003; Marin et al., 2003).

A partir da descrição de *C. fimbriata* em Omã, conduziram-se estudos procurando-se correlacionar os isolados do fungo desse país aos já descritos em outras regiões. Al-Subhi et al. (2006) sugeriram uma nova espécie (*C. omanensis*) para o patógeno de mangueira em Omã. Em testes de patogenicidade de quatro isolados de *C. omanensis*, quatro de *C. fimbriata* e quatro de *Lasiodiplodia theobromae* associados à mangueira em Omã, evidenciaram-se que os quatro isolados de *C. fimbriata* causaram lesões significativamente maiores que os isolados das duas outras espécies (Al-Subhi et al., 2006). Considerando estudos filogenéticos de isolados de *C. fimbriata* que infectam mangueiras no Paquistão e em Omã, Van Wyk et al. (2007) sugeriram que esses isolados estejam relacionados aos da América do Sul. Entretanto, comparações detalhadas com as populações brasileiras do fungo não foram feitas pelos autores, embora tenham concluído que o patógeno de mangueira de Omã e do Paquistão é morfologicamente distinto de *C. fimbriata* pela presença de conídios barriliformes, sendo denominado de *C. omanensis* (Van Wyk et al., 2007).

Recentemente, Ferreira et al. (2010) estudaram 13 populações de *C. fimbriata* de diferentes hospedeiros no Brasil, e concluíram que isolados do patógeno de mangueira, eucalipto, inhame e figo podem se intercruzar e produzir progênes férteis, representando, portanto, uma única espécie biológica. Esses autores verificaram, ainda, alta variabilidade genética de populações do fungo originárias de mangueira de diferentes regiões brasileiras.

A dispersão do patógeno pode ocorrer, principalmente, através de mudas infectadas, implementos agrícolas e ferramentas infestados ou do solo oriundo de pomar infestado (Baker e Harrington, 2004). O patógeno pode ser disperso por insetos coleobrocas da subfamília *Scolytinae* (Curculionidae) como demonstrado em *M. indica* (Viégas, 1960; Ribeiro, 1980; Yamashiro e Myazaki, 1985). Acredita-se que os coleobrocas adquirem o inóculo de *C. fimbriata* de plantas infectadas e o dispersam para plantas suscetíveis sadias. Os esporos de *C. fimbriata* podem ser carregados sobre

os corpos dos coleobrocas ou sobreviver no trato digestivo do inseto (Crone, 1963). O fungo pode, também, ser disperso para árvores sadias suscetíveis por meio da serragem contaminada, originária de galerias do inseto feitas em árvores infectadas. Os coleobrocas, em sua maioria dos gêneros *Xyleborus* e *Hypocryphalus*, são atraídos pelas plantas doentes que produzem forte aroma e muitas galerias no tronco principal e nos galhos (Goitia e Rosales, 2001; Hinds, 1972). Esses coleobrocas atacam o tronco das árvores e são, portanto, de importância florestal. Em várias essências florestais, causam prejuízos por danos diretos de sua alimentação e indiretos, com a dispersão de fitopatógenos. Na maioria das mangueiras doentes em Omã, ocorrem pequenos orifícios causados por coleobrocas (Al Adawi et al., 2002, 2006).

O controle mais eficiente e econômico para a seca da mangueira é o uso de material genético resistente (Silva et al., 2004; Ribeiro et al., 1995, 2003). Galli et al. (2011) constataram em condições de campo e casa de vegetação que o cultivar Manila mostrou-se tolerante à doença, enquanto que cultivares Coquinho e Juliana foram suscetível.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Instalação e condução dos ensaios

Os ensaios transcorreram em sistema hidropônico estático aerado, com solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1958) modificada (N:13, P:1, K:4, S:2, Ca:5, Mg:2 mmolL⁻¹; B:25, Mn:2, Zn:2, Cu:0.5, Mo:0.5, Fe: 80 μmolL⁻¹) em casa de vegetação, temperatura e umidade relativa médias de 25°C e 60% respectivamente, do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa, de março a dezembro de 2012 (Figura 2).



Figura 2. Vista do ensaio em casa de vegetação do Departamento de Fitopatologia/UFV.

Transplantaram-se mudas enxertadas (método garfagem inglesa simples) provenientes de viveiro comercial registrado no Instituto Mineiro de Defesa Agropecuária (IMA-MG) no município de Viçosa, padronizadas à altura de 1 m, com 18 meses e haste de aproximadamente 1 cm de diâmetro, para vasos plásticos, cultivando-as em 7 L de solução nutritiva, sendo o volume repostado ao valor inicial com água deionizada, em dias alternados. Nesses dias, ajustou-se o pH em $5,5 \pm 0,2$ com solução ácida ($0,1 \text{ mol L}^{-1} \text{ HNO}_3$) ou básica ($0,1 \text{ mol L}^{-1} \text{ KOH}$). Monitorou-se a condutividade elétrica (CE) da solução semanalmente, e renovou-se sempre que havia depleção de 20% do valor inicial da condutividade do tratamento controle (sem adição de NaCl). As plantas permaneceram na solução nutritiva (1/8 da força iônica) durante 30 dias, quando se adicionaram as concentrações salinas, iniciando-se assim a exposição ao estresse salino.

Isolou-se *C. fimbriata* de mangueira ‘Palmer’, com sintomas da doença, com 3 anos de idade, do município de Frutal/MG, em meio de batata dextrose ágar (BDA). Cultivou-se o fungo em BDA em placas de Petri, mantidas em incubadora a 25°C, com 12 horas de fotoperíodo, por 12-15 dias. Após 15 dias de exposição das mangueiras ao estresse salino, inoculou-se o patógeno. Para tal, retiraram-se discos de crescimento ativo, com 1 cm de diâmetro dos bordos das colônias. Em cada planta, inoculou-se o caule 10 cm acima ou abaixo da marcação da enxertia. Utilizou-se um furador de 1 cm de diâmetro, para provocar o ferimento no caule, colocando-se um disco de micélio no ponto do ferimento envolvendo o local com algodão úmido. Nas plantas - testemunha introduziu-se disco de BDA estéril.

Executaram-se dois ensaios, E1 e E2. Em ambos, usaram-se cinco concentrações de NaCl (0, 15, 30, 45 e 60 mmol.L⁻¹) e três condições de inoculação (sem inoculação, inoculação do porta-enxerto e inoculação do enxerto), definidos por ensaios preliminares. Em E1, adotaram-se três cultivares como porta-enxerto (‘Espada’, ‘Imbu’ e ‘Ubá’) e ‘Haden’ como enxerto. Baseado nos resultados de E1, adotou-se ‘Ubá’ como porta-enxerto e três cultivares (‘Palmer’, ‘Haden’ e ‘Tommy Atkins’) como enxerto em E2. Cada ensaio foi conduzido em esquema fatorial no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições (uma muda = uma unidade experimental) e foi executado por duas vezes.

Até 75 dias após inoculação, avaliaram-se variáveis relacionadas à intensidade da doença, ao crescimento vegetativo e à fisiologia das plantas. Ao final dos ensaios, retiraram-se as mudas dos vasos e avaliaram variáveis relacionadas à absorção de nutrientes e ao acúmulo de massa seca das plantas.

3.2. Intensidade da doença

Avaliaram-se: tempo de murcha da planta e tempo de morte, em dias. Para a severidade, semanalmente mediu-se o comprimento das lesões (sintoma típico do escurecimento do lenho causado pelo patógeno no caule da planta) em ambas as direções, a partir do ponto de inoculação. Com os dados de comprimento de lesão, calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e a taxa de progresso da doença pelo modelo logístico linearizado.

3.3. Crescimento vegetativo

Aos 0 e 90 dias após exposição das plantas ao estresse salino (DAEES), avaliaram-se o diâmetro do caule (mm), com paquímetro digital, e a altura das plantas (cm), com régua graduada. Para as análises estatísticas, calculou-se o incremento no diâmetro e na altura, entre 0 e 90 DAEES.

Ao final dos ensaios, aos 90 DAEES, coletaram-se as plantas, separando-se raízes, folhas e caule, que foi subdividido na parte do porta-enxerto (região abaixo do ponto de enxertia) e na parte do enxerto (região acima do ponto de enxertia). Obtiveram-se a massa seca (g) das raízes, do caule do porta-enxerto, do caule do enxerto e das folhas por pesagem em balança digital (precisão de 0,1g), após secagem em estufa de circulação forçada de ar por 72 h.

3.4. Características fisiológicas

Determinaram-se: condutância estomática, expressa em $\text{mol}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$, com auxílio de um Porômetro digital SC-01, índice SPAD (Soil Plant Analysis Determination) com auxílio de um medidor de clorofila digital Minolta SPAD 502. As medições foram aos 90 DAEES, entre 8:00 e 12:00hs, efetuando-se duas leituras na primeira folha completamente desenvolvida no sentido do ápice para a base e se obteve a média.

3.5. Teores e distribuição de nutrientes

Após determinar a massa seca, trituraram-se as raízes, o caule do porta-enxerto, o caule do enxerto e as folhas, separadamente, em moinho tipo Willey com peneira de 20 mesh. Avaliaram-se as amostras no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas, quanto aos teores de N, P, K, Ca, Mg, Na e Cl. Determinaram-se teores de N pelo método semi-micro Kjeldahl após a digestão sulfúrica (H_2SO_4 e H_2O_2) do tecido vegetal. Em extrato da digestão nitroperclórica (HNO_3 e HClO_4) determinaram-se: P, colorimetricamente, pelo método de redução do fosfomolibdato pela vitamina C; Na^+ e K^+ por espectrometria de emissão atômica; Ca^{+2} e Mg^{+2} por espectrofotometria de absorção atômica e os teores de Cl^- por titulação com AgNO_3 (Método de Mohr).

3.6. Análise Estatística

Analisaram-se os dados por análise de variância e regressão. As médias dos fatores qualitativos foram comparadas pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$). Para os fatores quantitativos, adotou-se a análise de regressão, selecionando-se os modelos com base na significância dos coeficientes de regressão.

Os dados obtidos seguiram a distribuição normal. Como se observou homogeneidade de variâncias dos erros pelo Teste Levene, efetuou-se análise conjunta das duas execuções de cada ensaio.

Considerando-se as interações doses x cultivares x inoculações, desdobraram-se aquelas significativas. Para estudar os efeitos das interações, utilizou-se o procedimento Lsmmeans para avaliar o efeito de cada nível do fator na presença/ausência (Slice Statement) dos outros fatores. Todas as análises foram realizados com o pacote SAS V. 9.1.

4. RESULTADOS

4.1. Características da doença

4.1.1. Área abaixo da curva de progresso da doença

A interação cultivar de mangueira x concentração de NaCl x inoculação de *C. fimbriata* foi significativa em E1 (F=4,77; P<0,0001) e E2 (F=2,46; P=0,0416).

Em E1, houve diferença significativa entre os cultivares em 80% das combinações concentração-inoculação; maiores valores de AACPD ocorreram em ‘Imbú’ e menores em ‘Ubá’. Houve, também, diferença entre os locais de inoculação de *C. fimbriata* em 87% das combinações cultivar-concentração; maiores valores de AACPD ocorreram quando se inoculou o patógeno no porta-enxerto (Tabela 1).

Em E2, os cultivares diferiram em 80% das combinações concentração-inoculação; maiores valores de AACPD ocorreram em ‘Haden’ e menores em ‘Tommy Atkins’. Os locais de inoculação de *C. fimbriata* também diferiram em 87% das combinações cultivar-concentração; maiores valores de AACPD ocorreram quando se inoculou o patógeno no porta-enxerto (Tabela 2).

Nos dois ensaios, detectou-se efeito significativo da concentração de NaCl em todas as combinações cultivar-inoculação. Como a concentração de NaCl é variável quantitativa, seria desejável ajustar um modelo de regressão para as tendências de AACPD; essa variou, e se fez análise descritiva. Não se obteve tendência de AACPD de aumentar com o aumento da concentração de NaCl; em alguns casos até diminuiu (Figura 3 C,D,E); em outros o valor na máxima concentração de NaCl foi similar ao valor sem adição do sal (Figura 3 A,B,F). Em geral, os maiores e menores valores de AACPD ocorreram com 30 e 60 mmol.L⁻¹, respectivamente.

Tabela 1. Áreas abaixo da curva de progresso da seca da mangueira (AACPD) de cultivares de mangueiras no ensaio 1, em que ‘Haden’ estavam enxertados em ‘Espada’, ‘Imbú’ ou ‘Ubá’. Comparação de médias de tratamentos, valores de F da análise de variância (F) e níveis de significância (P). Estimaram-se os valores de AACPD para as combinações de tratamentos: concentrações de NaCl (0, 15, 30, 45 e 60 mmol.L⁻¹), inoculação de *Ceratocystis fimbriata* (enxerto, E, ou porta-enxerto, PE) e cultivares

Combinação		Efeito: Cultivar*			F (P)
Concentração	Inoculação	Espada	Imbú	Ubá	
0	E	1216,03 a	1104,77 a	1026,12 a	0,61 (0,5425)
	PE	1754,78 a	2140,54 a	2291,49 a	5,16 (0,0065)
15	E	1357,65 a	1450,05 a	1121,08 a	1,94 (0,1463)
	PE	2203,09 a	2627,09 a	1274,97 b	32,22 (<0,0001)
30	E	1144,09 b	1075,55 b	1549,40 a	4,42 (0,0132)
	PE	2402,51 a	2037,33 ab	1957,40 b	3,79 (0,0241)
45	E	697,69 b	1404,28 a	677,79 b	11,54 (<0,0001)
	PE	1487,82 b	2361,61 a	1103,48 c	28,01 (<0,0001)
60	E	1162,33 a	1140,84 a	562,05 b	7,81 (0,0005)
	PE	1355,91 b	2095,14 a	1194,87 b	15,53 (<0,0001)
Combinação		Efeito: Inoculação			F (P)
Cultivar	Concentração	PE	E		
Espada	0	1754,78	1216,03	9,78 (0,0020)	
	15	2203,09	1357,65	24,08 (<0,0001)	
	30	2402,51	1144,09	53,35 (<0,0001)	
	45	1487,82	697,69	21,03 (<0,0001)	
	60	1355,91	1162,33	1,26 (0,2625)	
Imbú	0	2140,54	1104,77	36,14 (<0,0001)	
	15	2627,09	1450,05	46,67 (<0,0001)	
	30	2037,33	1075,55	31,16 (<0,0001)	
	45	2361,61	1404,28	30,88 (<0,0001)	
	60	2095,14	1140,84	30,68 (<0,0001)	
Ubá	0	2291,49	1026,12	53,94 (<0,0001)	
	15	1274,97	1121,08	0,80 (0,3728)	
	30	1957,40	1549,40	5,61 (0,0188)	
	45	1103,48	677,79	6,10 (0,0143)	
	60	1194,87	562,05	13,49 (0,0003)	

*Em cada linha, de cada efeito, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (Teste de Tukey, $\alpha=0,05$).

Tabela 2. Áreas abaixo da curva de progresso da seca da mangueira (AACPD) de cultivares de mangueiras no ensaio 2, em que ‘Palmer’, ‘Haden’ ou ‘Tommy Atkins’ estavam enxertados em ‘Ubá’. Comparação de médias de tratamentos, valores de F da análise de variância (F) e níveis de significância (P). Estimaram-se os valores de AACPD para as combinações de tratamentos: concentrações de NaCl (0, 15, 30, 45 e 60 mmol.L⁻¹), inoculação de *Ceratocystis fimbriata* (enxerto, E, ou porta-enxerto, PE) e cultivares

Combinação		Efeito: Cultivar*			F (P)
Concentração	Inoculação	Haden	Palmer	Tommy Atkins	
0	E	1284,47 a	1326,07 a	599,01 b	37,97 (<0,0001)
	PE	2083,18 a	2287,09 a	1536,16 b	35,07 (<0,0001)
15	E	1237,33 a	1422,26 a	1351,95 a	1,98 (0,1400)
	PE	1451,14 a	1533,31 a	1427,51 a	0,70 (0,4966)
30	E	1494,89 ab	1661,51 a	1234,61 b	10,54 (<0,0001)
	PE	2293,56 a	2210,24 ab	1950,20 b	7,31 (0,0009)
45	E	920,88 a	943,26 a	675,66 b	5,02 (0,0074)
	PE	1471,60 a	1529,67 a	901,62 b	27,43 (<0,0001)
60	E	927,34 a	688,20 b	393,85 c	16,26 (<0,0001)
	PE	1403,16 a	1288,76 a	1139,53 b	3,98 (0,0201)

Combinação		Efeito: Inoculação		
Cultivar	Concentração	PE	E	
Haden	0	2083,18	1284,47	72,65 (<0,0001)
	15	1451,14	1237,33	5,21 (0,0235)
	30	2293,56	1494,89	72,64 (<0,0001)
	45	1471,60	920,88	34,54 (<0,0001)
	60	1403,16	927,34	25,78 (<0,0001)
Palmer	0	2297,09	1326,07	107,37 (<0,0001)
	15	1533,31	1422,26	1,40 (0,2373)
	30	2210,24	1661,51	34,29 (<0,0001)
	45	1529,67	943,26	39,16 (<0,0001)
	60	1288,76	688,20	41,07 (<0,0001)
Tommy Atkins	0	1536,16	599,01	100,01 (<0,0001)
	15	1427,51	1351,95	0,65 (0,4209)
	30	1950,20	1234,61	58,31 (<0,0001)
	45	901,62	675,66	5,81 (0,0168)
	60	1139,53	393,85	63,32 (<0,0001)

*Em cada linha, de cada efeito, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (Teste de Tukey, $\alpha=0,05$).

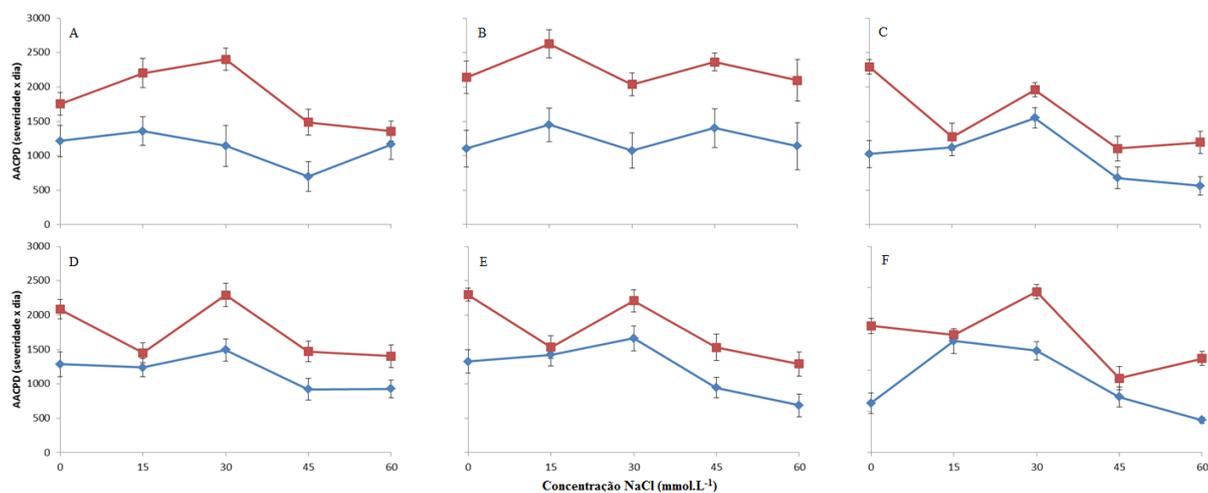


Figura 3: Áreas abaixo da curva de progresso da seca (AACPD) de cultivares de mangueiras mantidos em solução hidropônica com concentrações crescentes de NaCl e inoculados com *Ceratocystis fimbriata*, no enxerto (—◆—) ou no porta-enxerto (—■—), em dois ensaios: 1 (A,B,C)- ‘Haden’ enxertado em ‘Espada’ (A), ‘Imbú’ (B) ou ‘Ubá’ (C); e 2 (D,E,F)- ‘Haden’ (D), ‘Palmer’ (E) ou ‘Tommy Atkins’ (F) enxertado em ‘Ubá’. Médias de quatro repetições. As barras representam o erro padrão da média.

4.1.2. Tempo de murcha das plantas

Houve interação cultivar x concentração x inoculação significativa apenas no E1 ($F=27,72$; $P<0,0001$). Nesse ensaio, houve diferença significativa entre os cultivares em 80% das combinações concentração-inoculação; sendo que maiores valores de tempo de murcha ocorreram em ‘Ubá’ e menores em ‘Imbú’. Houve, também, diferença entre os locais de inoculação de *C. fimbriata* em 47% das combinações cultivar-concentração; as plantas demoraram mais a murchar quando se inoculou o patógeno no porta-enxerto em ‘Ubá’, em ‘Espada’ e ‘Imbú’ não teve diferença significativa (Tabela 3). O efeito da concentração de NaCl foi significativo em todas as combinações cultivar-inoculação. Adotou-se procedimento similar ao item 4.1.1. Para ‘Espada’, houve tendência da murcha ser mais rápida com 30 mmol.L⁻¹. Para ‘Imbú’ e ‘Ubá’, as plantas demoraram mais a murchar com o aumento da concentração de NaCl, principalmente as de ‘Ubá’, quando se inoculou o porta-enxerto (Figura 4).

Tabela 3. Tempo de murcha (dias) de cultivares de mangueiras no ensaio 1, em que ‘Haden’ estavam enxertados em ‘Espada’, ‘Imbú’ ou ‘Ubá’. Comparação de médias de tratamentos, valores de F da análise de variância (F) e níveis de significância (P). Estimaram-se os valores de tempo de murcha para as combinações de tratamentos: concentrações de NaCl (0, 15, 30, 45 e 60 mmol.L⁻¹), inoculação de *Ceratocystis fimbriata* (enxerto, E, ou porta-enxerto, PE) e cultivares

Combinação		Efeito: Cultivar*			F (P)
Concentração	Inoculação	Ubá	Espada	Imbú	
0	E	21,8 b	18,5 b	34,0 a	38,39 (<0,0001)
	PE	34,9 a	20,9 b	32,3 a	31,82 (<0,0001)
15	E	30,5 a	34,9 a	23,5 b	18,92 (<0,0001)
	PE	35,8 a	26,4 b	24,4 b	21,19 (<0,0001)
30	E	29,4 a	31,4 a	20,3 b	20,21 (<0,0001)
	PE	33,1 a	34,9 a	21,8 b	29,18 (<0,0001)
45	E	30,1 a	28,1 a	26,1 a	2,30 (0,1029)
	PE	38,4 a	29,6 b	31,4 b	12,32 (<0,0001)
60	E	32,3 a	31,4 a	30,5 a	0,44 (0,6447)
	PE	43,6 a	30,5 b	33,1 b	27,72 (<0,0001)

Combinação		Efeito: Inoculação		F (P)
Cultivar	Concentração	PE	E	
Espada	0	34,0	32,3	0,88 (0,3493)
	15	23,5	24,4	0,22 (0,6396)
	30	20,3	21,8	0,65 (0,4223)
	45	26,1	31,4	7,92 (0,0054)
	60	30,5	33,1	1,98 (0,1609)
Imbú	0	18,5	20,9	1,62 (0,2044)
	15	34,9	26,4	20,76 (<0,0001)
	30	31,4	34,9	3,52 (0,0620)
	45	28,1	29,6	0,65 (0,4223)
	60	31,4	30,5	0,22 (0,6396)
Ubá	0	21,8	34,9	49,49 (<0,0001)
	15	30,5	35,8	7,92 (0,0054)
	30	29,4	33,1	4,04 (0,0457)
	45	30,1	38,4	19,55 (<0,0001)
	60	32,3	43,6	37,17 (<0,0001)

*Em cada linha, de cada efeito, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (Teste de Tukey, $\alpha=0,05$).

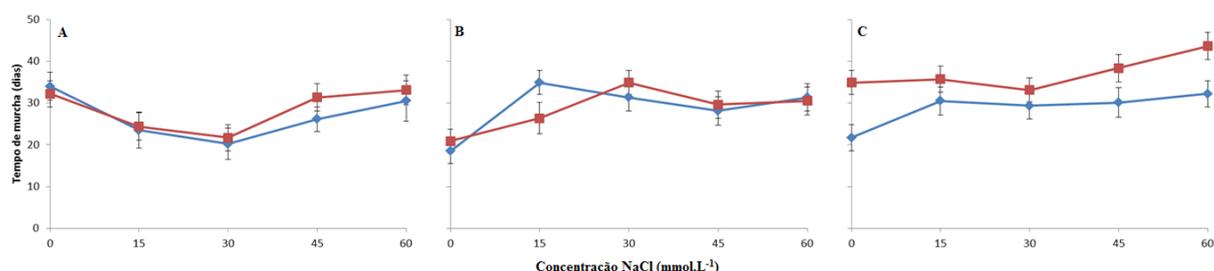


Figura 4: Tempo de murcha (dias) de cultivares de mangueiras submetidos a concentrações crescentes de NaCl e inoculados com *Ceratocystis fimbriata*, no enxerto (—●—) ou no porta-enxerto (—■—), no ensaio 1- ‘Haden’ enxertado em ‘Espada’ (A), ‘Imbú’ (B) ou ‘Ubá’ (C)

Em E2, houve interação significativa de cultivar x concentração (F=14,64; P<0,0001). Em geral, plantas de ‘Haden’ murcharam mais rapidamente, enquanto as de ‘Tommy Atkins’ não foram afetadas pela salinidade (Tabela 4). Ocorreram tendências

similares de aumento do tempo de murcha em ‘Haden’ e ‘Palmer’, o que não ocorreu com ‘Tommy Atkins’ (Figura 5).

Tabela 4. Tempo de murcha (dias) de cultivares de mangueiras inoculados com *Ceratocystis fimbriata* e mantidos em solução hidropônica com concentrações crescentes de NaCl

Cultivar	Concentração de NaCl (mmol.L ⁻¹)				
	0*	15	30	45	60
Tommy Atkins	46,1 a	43,9 a	45,1 a	46,2 a	48,8 a
Palmer	41,3 b	32,1 b	31,1 b	44,1 a	46,2 a
Haden	32,9 c	39,2 ab	42,0 a	34,5 b	48,5 a
CV (%)	13,46	15,15	11,90	14,61	13,57

*Em cada coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (Teste de Tukey, $\alpha=0,05$).

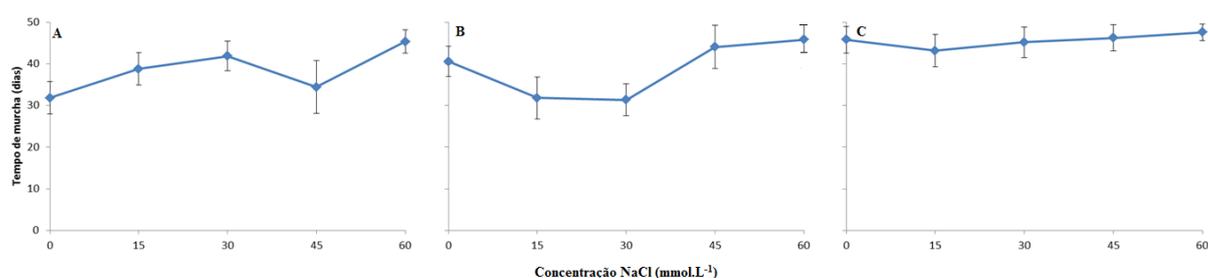


Figura 5: Tempo de murcha (dias) de cultivares de mangueira submetidos a concentrações crescentes de NaCl e inoculados com *Ceratocystis fimbriata* (—◆—) no ensaio 2- ‘Haden’ (A), ‘Palmer’ (B) ou ‘Tommy Atkins’ (C) enxertado em ‘Ubá’.

4.1.3. Tempo de morte das plantas

A interação cultivar de mangueira x concentração de NaCl x inoculação de *C. fimbriata* foi significativa em E1 (F=3,78; P=0,0004) e E2 (F=3,27; P=0,0016).

Em E1, os cultivares diferiram em 80% das combinações concentração-inoculação; plantas de ‘Ubá’ demoraram mais a morrer, enquanto as de ‘Imbú’ morreram mais rapidamente. Houve, também, diferença entre os locais de inoculação de *C. fimbriata* em 54% das combinações cultivar-concentração; as plantas demoraram mais a morrer quando se inoculou o patógeno no porta-enxerto em ‘Ubá’, enquanto ‘Espada’ não houve diferença significativa (Tabela 5).

Tabela 5. Tempo de morte (dias) de cultivares de mangueiras no ensaio 1, em que ‘Haden’ estavam enxertados em ‘Espada’, ‘Imbú’ ou ‘Ubá’. Comparação de médias de tratamentos, valores de F da análise de variância (F) e níveis de significância (P). Estimaram-se os valores de tempo de morte para as combinações de tratamentos: concentrações de NaCl (0, 15, 30, 45 e 60mmol.L⁻¹), inoculação de *Ceratocystis fimbriata* (enxerto, E, ou porta-enxerto, PE) e cultivares

Combinação		Efeito: Cultivar*			F (P)
Concentração	Inoculação	Ubá	Imbú	Espada	
0	E	42,8 b	36,6 c	55,0 a	46,22 (<0,0001)
	PE	55,9 a	45,4 b	53,3 a	47,03 (<0,0001)
15	E	51,0 a	55,9 a	44,5 b	17,20 (<0,0001)
	PE	56,8 a	47,1 b	45,4 b	19,81 (<0,0001)
30	E	50,3 a	52,4 a	40,1 b	22,62 (<0,0001)
	PE	54,1 a	55,9 a	42,8 b	26,82 (<0,0001)
45	E	51,0 a	48,9 a	47,1 a	1,99 (0,1395)
	PE	59,4 a	50,6 b	52,4 b	11,32 (<0,0001)
60	E	53,3 a	52,4 a	51,5 a	0,40 (0,6680)
	PE	64,6 a	51,5 b	59,1 a	25,47 (<0,0001)
Combinação		Efeito: Inoculação			F (P)
Cultivar	Concentração	E	PE		
Espada	0	53,3	55,0	0,81 (0,3696)	
	15	45,4	44,5	0,20 (0,6535)	
	30	42,8	40,1	1,82 (0,1789)	
	45	52,4	47,1	7,28 (0,0076)	
	60	54,1	51,5	1,82 (0,1789)	
Imbú	0	45,4	36,6	9,81 (0,0096)	
	15	47,1	55,9	20,21 (<0,0001)	
	30	55,9	52,4	3,23 (0,0736)	
	45	50,6	48,9	0,81 (0,3696)	
	60	51,5	52,4	0,20 (0,6535)	
Ubá	0	55,9	42,8	45,48 (<0,0001)	
	15	56,8	51,0	8,73 (0,0035)	
	30	54,1	50,3	3,96 (0,0478)	
	45	59,4	51,0	18,52 (<0,0001)	
	60	64,6	53,3	34,16 (<0,0001)	

Em cada linha, de cada efeito, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (Teste de Tukey, $\alpha=0,05$).

Em E2, os cultivares diferiram em todas as combinações concentração-inoculação; plantas de ‘Tommy Atkins’ demoraram mais a morrer enquanto as de ‘Palmer’ morreram mais rapidamente. Houve, também, diferença entre os locais de inoculação de *C. fimbriata* em 54% das combinações cultivar-concentração; as plantas demoraram mais a morrer quando se inoculou o patógeno no porta-enxerto (Tabela 6).

Tabela 6. Tempo de morte (dias) de cultivares de mangueiras no ensaio 2, em que ‘Haden’, ‘Palmer’ ou ‘Tommy Atkins’ estavam enxertados em ‘Ubá’. Comparação de médias de tratamentos, valores de F da análise de variância (F) e níveis de significância (P). Estimaram-se os valores de tempo de morte para as combinações de tratamentos: concentrações de NaCl (0, 15, 30, 45 e 60 mmol.L⁻¹), inoculação de *Ceratocystis fimbriata* (enxerto, E, ou porta-enxerto, PE) e cultivares

Combinação		Efeito: Cultivar*			F (P)
Concentração	Inoculação	Tommy Atkins	Haden	Palmer	
0	E	46,3 a	47,1 a	41,9 b	4,35 (0,0141)
	PE	57,6 a	50,6 b	40,1 c	42,65 (<0,0001)
15	E	48,9 a	42,8 b	52,4 a	13,05 (<0,0001)
	PE	55,0 a	42,8 b	43,6 b	25,67 (<0,0001)
30	E	50,6 a	36,6 b	49,8 a	33,81 (<0,0001)
	PE	54,1 a	41,9 b	51,5 a	22,87 (<0,0001)
45	E	54,1 a	50,6 a	42,8 b	18,66 (<0,0001)
	PE	55,9 a	55,0 a	43,6 b	25,67 (<0,0001)
60	E	54,1 a	54,1 a	54,1 a	18,99 (<0,0001)
	PE	61,1 a	57,6 a	49,8 b	18,66 (<0,0001)
Combinação		Efeito: Inoculação*			F (P)
Cultivar	Concentração	E	PE		
Haden	0	40,1	41,9	0,84 (0,3600)	
	15	43,6	52,4	21,04 (<0,0001)	
	30	51,5	49,8	0,84 (0,3600)	
	45	43,6	42,8	0,21 (0,6469)	
	60	49,8	54,1	5,26 (0,0228)	
Palmer	0	50,6	47,1	3,37 (0,0679)	
	15	42,8	42,8	8,45 (0,003)	
	30	41,9	36,6	7,58 (0,0064)	
	45	55,0	50,6	5,26 (0,0228)	
	60	57,6	54,1	3,37 (0,0679)	
Tommy Atkins	0	57,6	46,3	35,56 (<0,0001)	
	15	55,0	48,9	10,31 (0,0015)	
	30	54,1	50,6	3,37 (0,0679)	
	45	55,9	54,1	0,84 (0,3600)	
	60	61,1	54,1	13,47 (0,0003)	

*Em cada linha, de cada efeito, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (Teste de Tukey, $\alpha=0,05$).

Nos dois ensaios, detectou-se efeito significativo da concentração de NaCl em todas as combinações cultivar-inoculação. Adotou-se procedimento similar ao do item 4.1.1. Para ‘Espada’, houve tendência de a morte ser mais rápida com 30 mmol.L⁻¹ (Figura 6 A). Para ‘Imbú’ e ‘Ubá’, as plantas demoraram mais a morrer com o aumento da concentração de NaCl, principalmente para ‘Ubá’ quando se inoculou o porta-enxerto (Figura 6 B-C). Para ‘Haden’ e ‘Palmer’, houve tendência de a morte ser mais rápida com 45 e 30 mmol.L⁻¹, respectivamente (Figura 6 D-E). Para ‘Tommy Atkins’, as plantas demoraram mais a morrer com o aumento da concentração de NaCl, principalmente quando se inoculou o porta-enxerto (Figura 6 F). Em geral, os menores valores de tempo de morte ocorreram com 30 mmol.L⁻¹ e os maiores com 60 mmol.L⁻¹ NaCl.

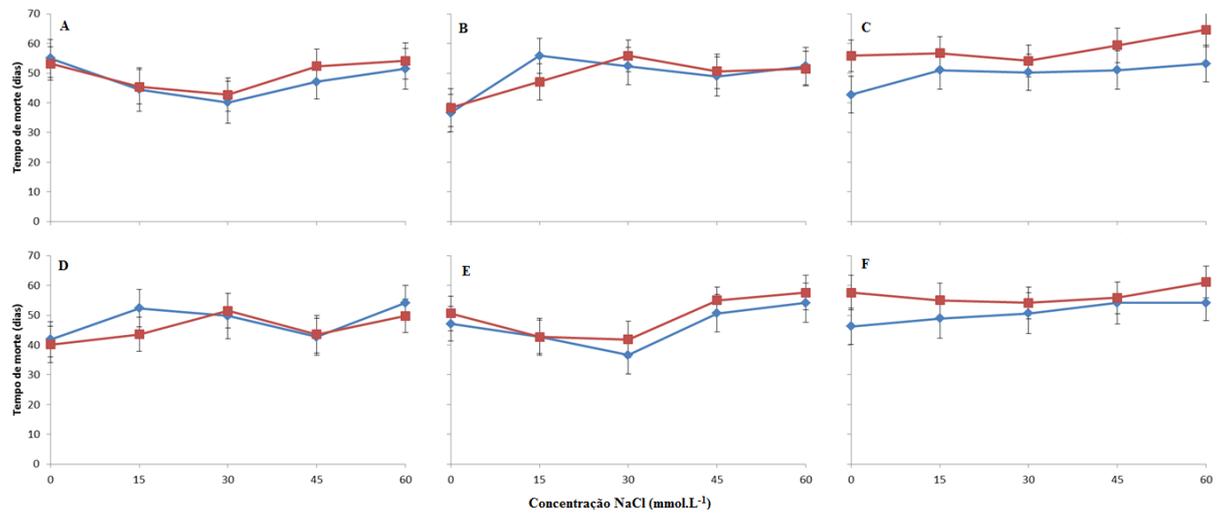


Figura 6: Tempo de morte (dias) de cultivares de mangueiras submetidos a concentrações crescentes de NaCl e inoculados com *Ceratocystis fimbriata*, no enxerto (—◆—) ou no porta-enxerto (—■—), em E1: ‘Haden’ enxertado em ‘Espada’ (A), ‘Imbú’ (B) ou ‘Ubá’ (C); em E2: ‘Haden’ (D), ‘Palmer’ (E) ou ‘Tommy Atkins’ (F) enxertado em ‘Ubá’.

4.1.4. Taxa de progresso da seca da mangueira

Nos dois ensaios, as taxas de progresso da doença tenderam a ser maiores quando se inoculou o fungo no porta-enxerto. As maiores taxas foram em ‘Imbú’ no ensaio 1, e ‘Haden’ no ensaio 2. Nos dois ensaios, em geral, maiores taxas ocorreram com 30 mmol.L⁻¹ e menores com 60 mmol.L⁻¹ (Figura 7).

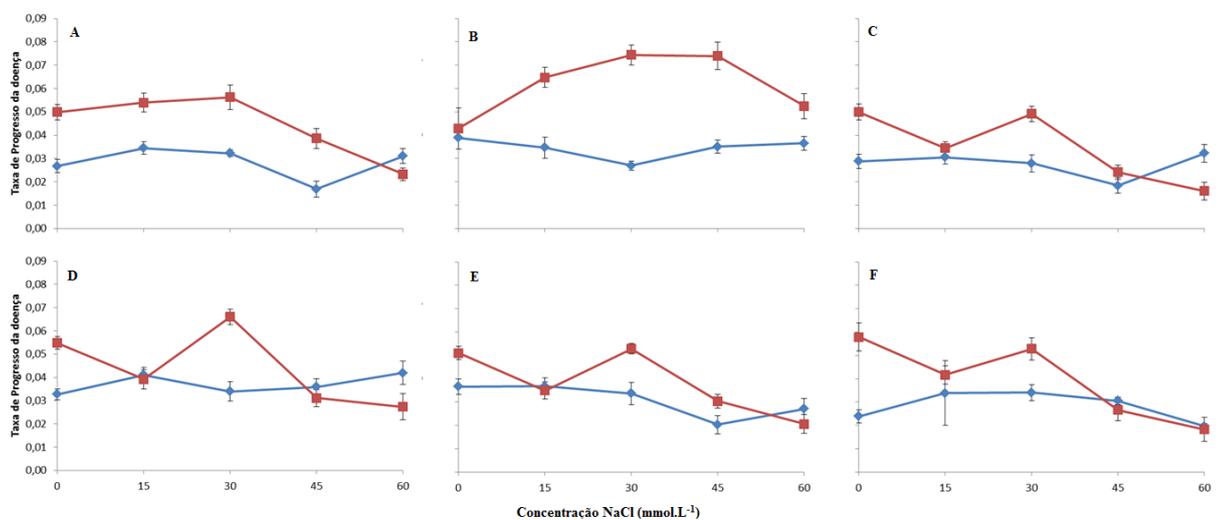


Figura 7: Taxa de progresso (r) da seca de cultivares de mangueiras submetidos a concentrações crescentes de NaCl e inoculados com *Ceratocystis fimbriata*, no enxerto (—◆—) ou no porta-enxerto (—■—), em E1: ‘Haden’ enxertado em ‘Espada’ (A), ‘Imbú’ (B) ou ‘Ubá’ (C); em E2: ‘Haden’ (D), ‘Palmer’ (E) ou ‘Tommy Atkins’ (F) enxertado em ‘Ubá’.

4.2. Características de crescimento

4.2.1. Altura de planta

Em E1, houve interação significativa de cultivar x concentração ($F=2,17$; $P=0,0296$) e concentração x inoculação ($F= 2,79$; $P=0,0054$). Houve diferença significativa entre os locais de inoculação apenas na concentração mais alta, em que observou-se maior valor de incremento na altura nas plantas não inoculadas do que nas plantas inoculadas (Tabela 7). Ajustou-se um modelo de regressão quadrático para as tendências da altura das plantas (Figura 8). O incremento na altura das plantas tendeu a reduzir com o aumento da concentração de NaCl nas plantas inoculadas e aumentar nas não inoculadas.

Tabela 7. Incremento na altura (cm) dos cultivares inoculados ou não com *Ceratocystis fimbriata* e mantidos em solução hidropônica com concentrações crescentes de NaCl

Inoculação	Concentração de NaCl (mmol.L ⁻¹)				
	0*	15	30	45	60
Não	1,73 a	1,79 a	1,87 a	1,93 a	4,20 a
Porta-Enxerto	1,34 a	1,52 a	1,89 a	1,10 a	1,38 b
Enxerto	1,91 a	1,58 a	1,95 a	1,52 a	1,36 b
CV (%)	10,76	13,26	9,23	6,34	16,34

*Em cada coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (Teste de Tukey, $\alpha=0,05$).

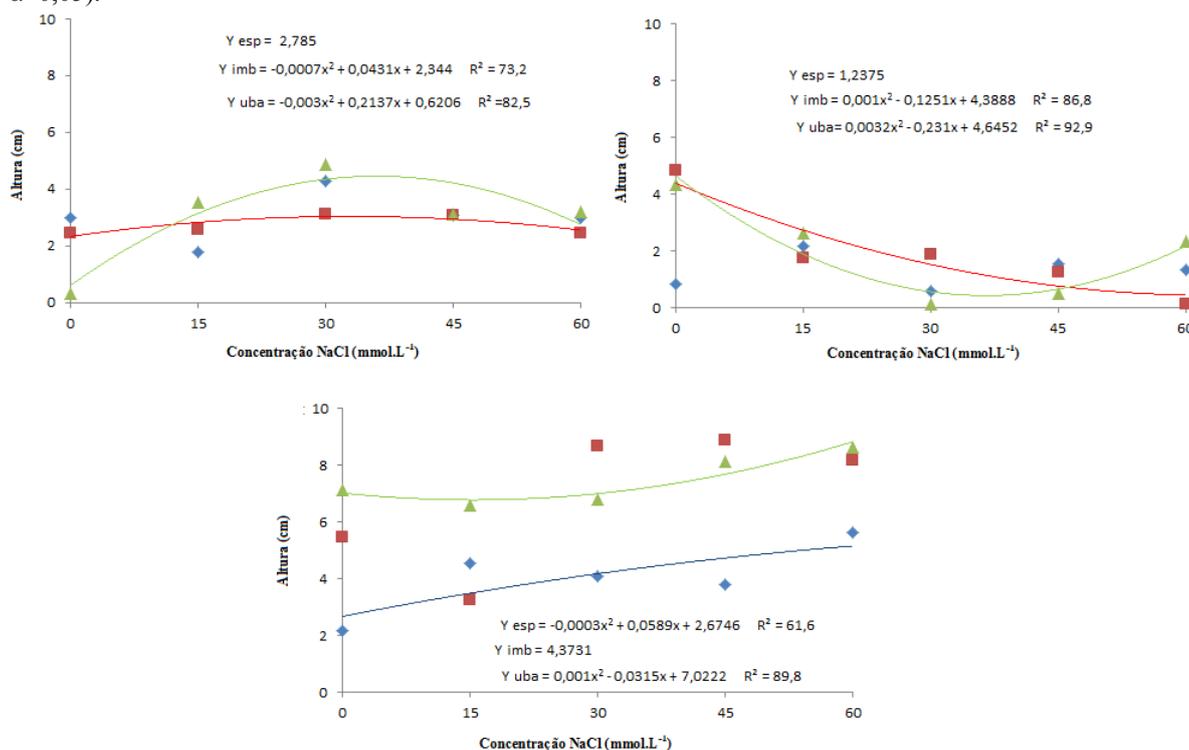


Figura 8: Incremento na altura (cm) dos cultivares submetidos a concentrações crescentes de NaCl e inoculados com *Ceratocystis fimbriata*, no enxerto (A), no porta-enxerto (B) ou não inoculado (C), no ensaio: 1- ‘Haden’ enxertado sobre ‘Espada’ (◆), ‘Imbú’ (■) ou ‘Ubá’ (▲).

Houve interação cultivar x concentração x inoculação significativa em E2 (F=1,77; P=0,0344). Nesse ensaio, houve diferença significativa entre os cultivares em 20% das combinações concentração-inoculação; maiores valores de incremento na altura ocorreram em ‘Haden’ e menores em ‘Tommy Atkins’. Houve, também, diferença entre os locais de inoculação de *C. fimbriata* em 40% das combinações cultivar-concentração; maiores valores de incremento na altura ocorreram na inoculação do porta-enxerto (Tabela 8).

Tabela 8. Incremento na altura (cm) de cultivares de mangueiras no ensaio 2, em que ‘Haden’, ‘Palmer’ ou ‘Tommy Atkins’ estavam enxertados em ‘Ubá’. Comparação de médias de tratamentos, valores de F da análise de variância (F) e níveis de significância (P). Estimaram-se os valores de altura para as combinações de tratamentos: concentrações de NaCl (0, 15, 30, 45 e 60 mmol.L⁻¹), inoculação de *Ceratocystis fimbriata* (enxerto, E, ou porta-enxerto, PE) ou não, e cultivares

Combinação		Efeito: Cultivar*			F (P)
Concentração	Inoculação	Haden	Pamer	Tommy Atkins	
0	E	2,75 a	3,05 a	2,35 a	1,32 (0,3307)
	Não	2,46 a	1,21 a	1,34 a	1,60 (0,6500)
	PE	1,14 a	1,34 a	1,30 a	1,23 (0,2947)
15	E	1,55 a	1,05 a	1,25 a	0,13 (0,8790)
	Não	1,58 a	1,79 a	1,55 a	0,23 (0,7915)
	PE	1,18 a	1,63 a	2,18 a	2,94 (0,0542)
30	E	1,49 a	1,64 a	0,41 b	2,10 (0,0512)
	Não	1,14 a	1,31 a	1,89 a	0,24 (0,1877)
	PE	1,38 b	2,05 a	1,11 b	8,12 (0,0083)
45	E	2,53 a	1,80 a	1,90 a	0,55 (0,5766)
	Não	1,75 a	1,13 a	1,14 a	1,46 (0,2349)
	PE	1,74 a	1,15 a	1,38 a	0,40 (0,8713)
60	E	1,61 a	1,55 a	1,53 a	0,68 (0,5082)
	Não	3,49 a	0,06 b	1,48 a	5,05 (0,0239)
	PE	3,66 a	2,08 b	2,09 b	6,63 (0,0177)
Combinação		Efeito: Inoculação*			
Cultivar	Concentração	PE	Não	E	
Palmer	0	1,34 a	1,21 a	3,05 a	0,69 (0,8693)
	15	1,63 a	1,79 a	1,05 a	0,68 (0,5097)
	30	2,05 a	1,31 a	1,64 a	1,41 (0,0751)
	45	1,15 a	1,13 a	1,80 a	1,17 (0,0653)
	60	0,08 a	0,06 a	1,55 a	0,54 (0,5830)
Haden	0	1,14 a	2,46 a	2,75 a	1,25 (0,2869)
	15	1,18 a	1,58 a	1,55 a	0,31 (0,7354)
	30	1,38 a	1,14 a	1,49 a	1,4 (0,4468)
	45	1,74 a	1,75 a	2,53 a	1,46 (0,2337)
	60	3,66 a	3,49 a	1,61 b	14,23 (<0,0001)
Tommy Atkins	0	1,30 ab	1,34 b	2,35 a	9,71 (<0,0001)
	15	2,18 a	1,55 b	1,25 b	3,34 (0,0366)
	30	1,11 a	1,89 a	0,41 b	4,58 (0,0110)
	45	1,38 a	1,14 b	1,90 a	8,07 (0,0056)
	60	2,09 a	1,48 b	1,48 b	7,09 (0,0030)

*Em cada linha, de cada efeito, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (Teste de Tukey, $\alpha=0,05$).

O efeito da concentração de NaCl foi significativo em todas as combinações cultivar-inoculação. Ajustou-se um modelo de regressão para a relação do incremento na altura das plantas com a concentração de NaCl (Figura 9). O incremento na altura reduziu-se com o aumento da concentração de NaCl nos cultivares inoculados no enxerto e porta-enxerto e aumentou-se nos não inoculados.

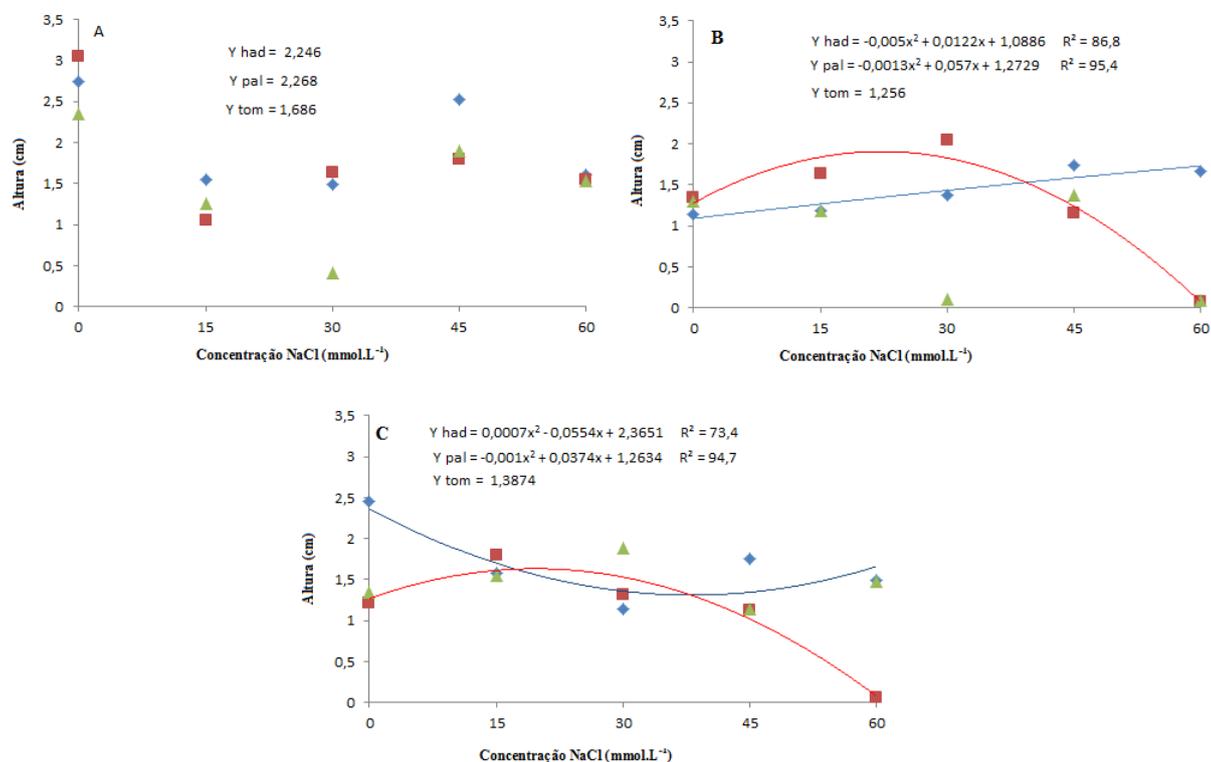


Figura 9: Incremento na altura (cm) de cultivares de mangueiras submetidos a concentrações crescentes de NaCl e inoculados com *Ceratocystis fimbriata*, no enxerto (A), no porta-enxerto (B) e não inoculado (C), no ensaio: 2- ‘Haden’ (◆), ‘Palmer’ (■) ou ‘Tommy Atkins’ (▲) enxertado sobre ‘Ubá’.

4.2.2. Diâmetro do caule

Obteve-se efeito significativo da interação concentração x inoculação em E1 ($F=1,98$; $P=0,031$) e E2 ($F=6,34$; $P<0,0001$). Em geral, com o aumento das concentrações de NaCl, o incremento no diâmetro reduziu-se em ambos os ensaios. Ocorreu diferença significativa quanto à inoculação apenas na ausência de NaCl em E1 e E2, e com 30 mmol.L^{-1} em E2 (Tabela 9). Ajustou-se um modelo de regressão para a relação com a concentração de NaCl (Figura 10). Detectou-se maior redução do incremento no diâmetro do caule em plantas do cultivar ‘Ubá’ em E1 e em ‘Tommy Atkins’ em E2.

Tabela 9. Incremento no diâmetro (mm) dos cultivares de mangueiras inoculados ou não com *Ceratocystis fimbriata* e mantidos em solução hidropônica com concentrações crescentes de NaCl

Ensaio	Inoculação	Concentração de NaCl (mmol.L ⁻¹)				
		0*	15	30	45	60
1	Não	3,16 a	1,15 a	1,28 a	0,93 a	1,47 a
	Porta-Enxerto	1,60 b	1,28 a	1,78 a	1,43 a	1,57 a
	Enxerto	2,24 ab	1,65 a	2,09 a	1,36 a	1,92 a
	CV (%)	12,38	25,32	33,12	18,56	17,69
2	Não	3,02 a	1,24 a	1,64 ab	1,06 a	1,85 a
	Porta-Enxerto	1,12 b	1,95 a	1,03 b	1,59 a	1,76 a
	Enxerto	1,76 b	1,44 a	2,40 a	2,05 a	1,38 a
	CV (%)	35,50	9,41	25,11	19,93	9,31

*Em cada coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (Teste de Tukey, $\alpha=0,05$).

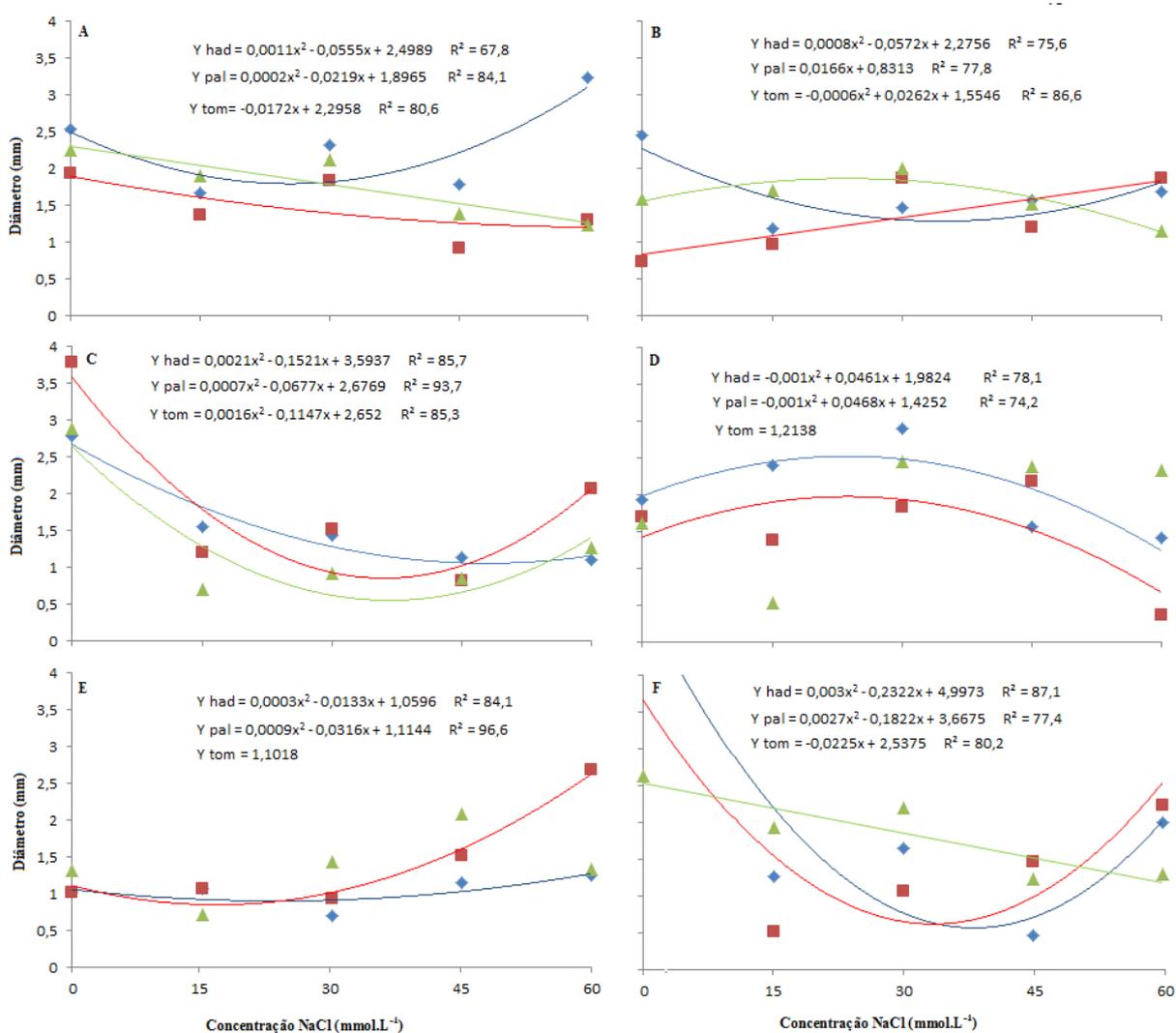


Figura 10: Incremento no diâmetro (mm) de cultivares de mangueiras submetidos a concentrações crescentes de NaCl e inoculados com *Ceratocystis fimbriata*, no enxerto (A,D), no porta-enxerto (B,E) e não inoculado (C,F), em E1(A,B,C): 'Haden' enxertado em 'Espada' (◆), 'Imbú' (■) ou 'Ubá' (▲); em E2(D,E,F): 'Haden' (◆), 'Palmer' (■) ou 'Tommy Atkins' (▲) enxertado em 'Ubá'.

4.3. Massa seca

4.3.1. Massa seca das raízes

Em E1, houve interação significativa de cultivar x inoculação ($F=26,00$; $P<0,0001$). Ocorreu diferença significativa quanto à inoculação nos cultivares ‘Espada’ e ‘Ubá’. Ocorreu diferença significativa quanto a cultivares nas inoculações no enxerto e não inoculado (Tabela 10). Ajustou-se um modelo de regressão para a relação da massa seca das raízes com a concentração de NaCl (Figura 11), o qual reduziu-se com o aumento da concentração em todos os tratamentos.

Tabela 10. Massa seca das raízes (g) de cultivares de mangueiras inoculados ou não com *Ceratocystis fimbriata* e mantidos em solução hidropônica com concentrações crescentes de NaCl

Inoculação	Cultivar		
	Imbú *	Ubá	Espada
Enxerto	14,26 b A	15,61 a A	13,89 b A
Porta-Enxerto	13,87 a A	13,39 a B	13,21 a A
Não	14,67 a A	15,10 a A	12,05 b B

*Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas ou da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si (Teste de Tukey, $\alpha=0,05$).

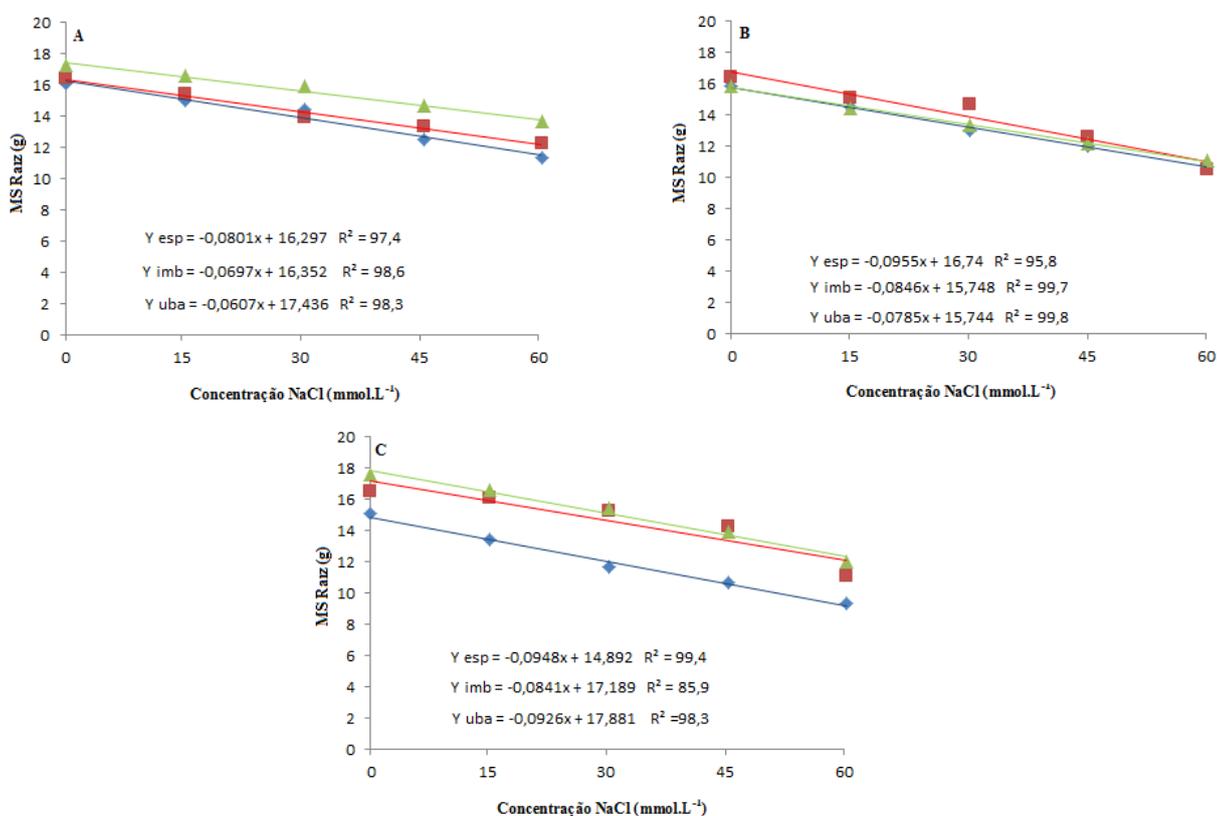


Figura 11: Massa seca das raízes (g) de cultivares de mangueiras submetidos a concentrações de NaCl e inoculados com *Ceratocystis fimbriata*, no enxerto (A), no porta-enxerto (B) e não inoculado (C), em E1: ‘Haden’ enxertado em ‘Espada’ (◆), ‘Imbú’ (■) ou ‘Ubá’ (▲).

Em E2, houve interação cultivar x concentração x inoculação significativa ($F=27,72$; $P<0,0001$). Nesse ensaio, houve diferença significativa entre os cultivares em 80% das combinações concentração-inoculação; maiores valores de massa seca radicular ocorreram em ‘Palmer’ e menores em ‘Haden’. Houve, também, diferença entre os locais de inoculação de *C. fimbriata* em 80% das combinações cultivar-concentração; a massa radicular foi maior quando se inoculou o patógeno no enxerto e menor quando inoculou no porta-enxerto (Tabela 11). O efeito da concentração de NaCl foi significativo na maioria das combinações cultivar-inoculação. Adotou-se procedimento similar ao item 4.2.1. Observou-se mesma tendência dos cultivares, e a massa radicular reduziu-se com o aumento da concentração de NaCl em todos os tratamentos (Figura 12).

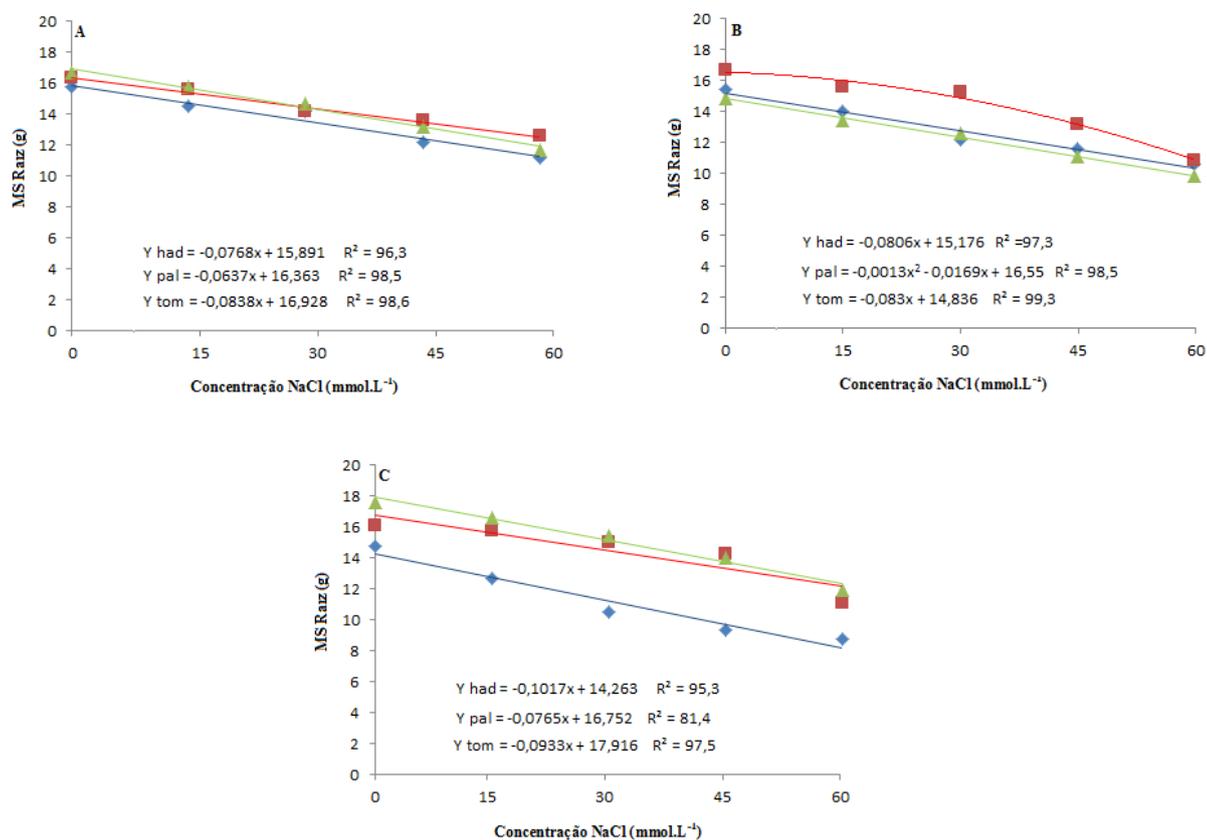


Figura 12: Massa seca das raízes (g) de cultivares de mangueiras submetidos a concentrações crescentes de NaCl e inoculados com *Ceratocystis fimbriata*, no enxerto (A), no porta-enxerto (B) e não inoculado (C), em E2: ‘Haden’ (◆), ‘Palmer’ (■) ou ‘Tommy Atkins’ (▲) enxertado sobre ‘Ubá’.

Tabela 11. Massa seca das raízes (g) de cultivares de mangueiras no ensaio 2, em que ‘Haden’, ‘Palmer’ ou ‘Tommy Atkins’ estavam enxertados em ‘Ubá’. Comparação de médias de tratamentos, valores de F da análise de variância (F) e níveis de significância (P). Estimaram-se os valores de massa seca radicular para as combinações de tratamentos: concentrações de NaCl (0, 15, 30, 45 e 60 mmol.L⁻¹), inoculação de *Ceratocystis fimbriata* (enxerto, E, ou porta-enxerto, PE) ou não, e cultivares

Combinação		Efeito: Cultivar*			F (P)
Concentração	Inoculação	Palmer	Tommy Atkins	Haden	
0	E	16,35 a	16,66 a	15,81 a	1,85 (0,1594)
	Não	16,09 b	17,61 a	14,74 c	20,35 (<0,0001)
	PE	16,71 a	14,87 b	15,43 b	8,81 (0,0002)
15	E	15,58 a	15,81 a	14,51 b	4,82 (0,0086)
	Não	15,76 b	16,62 a	12,65 c	43,28 (<0,0001)
	PE	15,57 a	13,40 b	13,98 b	12,49 (<0,0001)
30	E	14,18 a	14,72 a	14,22 a	0,90 (0,4096)
	Não	15,06 a	15,42 a	10,55 b	73,01 (<0,0001)
	PE	15,24 a	12,58 b	12,22 b	27,05 (<0,0001)
45	E	13,59 a	13,19 ab	12,20 b	5,08 (0,0067)
	Não	14,30 a	14,04 a	9,37 b	76,41 (<0,0001)
	PE	13,15 a	11,06 b	11,58 b	11,70 (<0,0001)
60	E	12,57 a	11,69 a	11,20 a	4,75 (0,0093)
	Não	11,08 a	11,89 a	8,76 b	26,26 (<0,0001)
	PE	10,86 a	9,82 a	10,59 a	2,92 (0,0556)
Combinação		Efeito: Inoculação*			F (P)
Cultivar	Concentração	E	Não	PE	
Haden	0	15,81 a	14,74 b	15,43 ab	2,90 (0,0564)
	15	14,51 a	12,65 b	13,98 a	9,10 (0,0001)
	30	14,22 a	10,55 c	12,22 b	33,41 (<0,0001)
	45	12,20 a	9,37 b	11,58 a	21,94 (<0,0001)
	60	11,20 a	8,76 c	10,59 b	16,02 (<0,0001)
Palmer	0	16,35 a	16,09 a	16,71 a	0,98 (0,3761)
	15	15,58 a	15,76 a	15,57 a	0,11 (0,8924)
	30	14,18 a	15,06 a	15,24 a	3,22 (0,0411)
	45	13,59 ab	14,30 a	13,15 b	3,35 (0,0363)
	60	12,57 a	11,08 b	10,86 b	8,55 (0,0002)
Tommy Atkins	0	16,66 a	17,61 a	14,87 b	19,08 (<0,0001)
	15	15,81 a	16,62 a	13,40 b	27,90 (<0,0001)
	30	14,72 a	15,42 a	12,58 b	21,61 (<0,0001)
	45	13,19 b	14,04 a	11,06 b	23,37 (<0,0001)
	60	11,69 a	11,89 a	9,82 b	13,00 (<0,0001)

*Em cada linha, de cada efeito, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (Teste de Tukey, $\alpha=0,05$).

4.3.2. Massa seca do porta-enxerto

Em E1, houve interação significativa de cultivar x inoculação (F=8,86; P<0,0001). Ocorreu diferença significativa quanto à inoculação em ‘Espada’ e ‘Imbú’. Ocorreu diferença entre cultivares em todas as condições de inoculação (Tabela 12). Ajustou-se um modelo de regressão para a relação da massa seca do porta-enxerto com a concentração de NaCl, o qual reduziu-se com o aumento da concentração em todos os tratamentos (Figura 13).

Tabela 12. Massa seca do porta-enxerto (g) de cultivares de mangueiras inoculados com *Ceratocystis fimbriata* e mantidos em solução hidropônica com concentrações crescentes de NaCl.

Inoculação	Cultivar		
	Ubá*	Imbú	Espada
Enxerto	14,68 b A	19,61 a B	19,47 a A
Porta-Enxerto	15,82 b A	20,37 a B	17,22 b B
Não	16,32 b A	21,20 a A	16,97 b B

*Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas ou da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si (Teste de Tukey, $\alpha=0,05$).

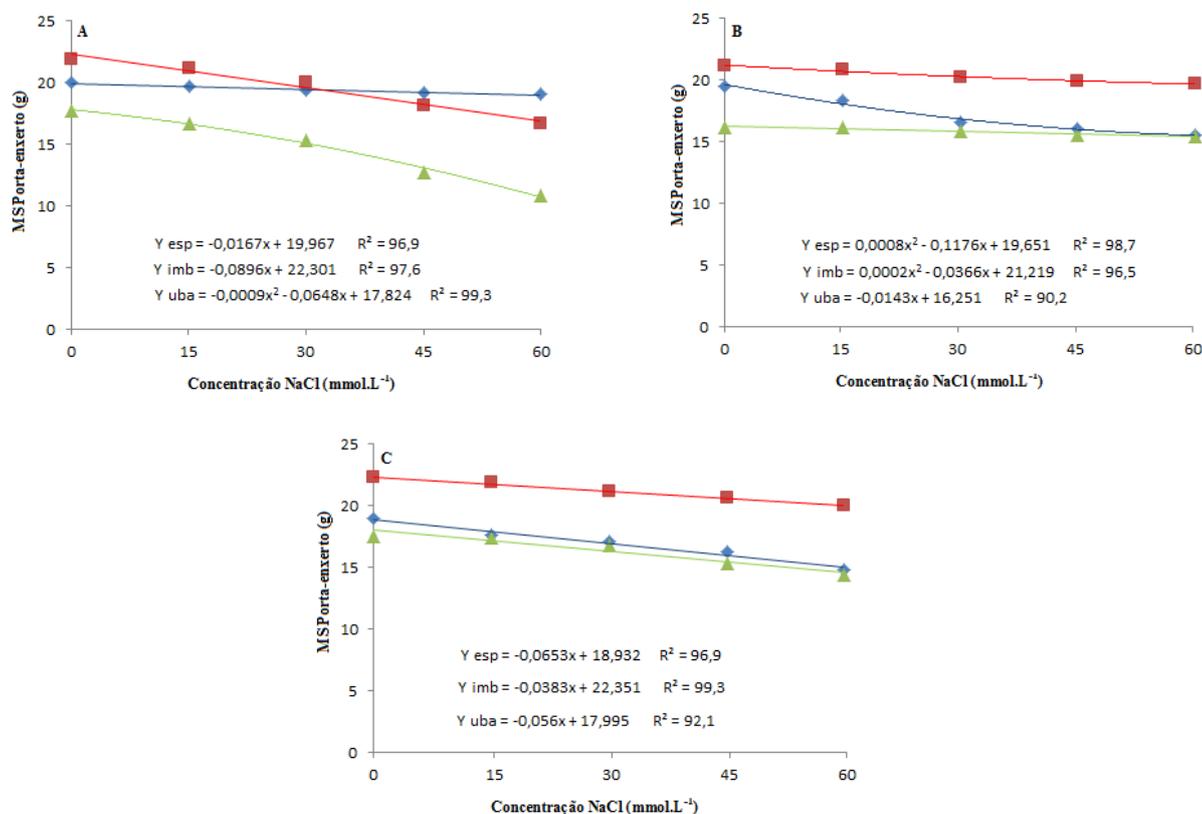


Figura 13: Massa seca do porta-enxerto (g) de cultivares de mangueiras submetidos a concentrações crescentes de NaCl e inoculados com *Ceratocystis fimbriata*, no enxerto (A), no porta-enxerto (B) e não inoculado (C), em E1: ‘Haden’ enxertado em ‘Espada’ (◆), ‘Imbú’ (■) ou ‘Ubá’ (▲).

Em E2, houve interação cultivar x concentração x inoculação significativa ($F=4,46$; $P<0,0001$). Nesse ensaio, houve diferença significativa entre os cultivares em 87% das combinações concentração-inoculação; maiores valores de massa seca do porta-enxerto ocorreram em ‘Palmer’ e menores em ‘Haden’. Houve, também, diferença quanto à inoculação de *C. fimbriata* em 60% das combinações cultivar-concentração; a massa seca do porta-enxerto foi maior quando se inoculou o patógeno no enxerto e menores no porta-enxerto, em especial nas maiores doses de NaCl (Tabela 13). O efeito

da concentração de NaCl foi significativo na maioria das combinações cultivar-inoculação. Adotou-se procedimento similar ao item 4.2.1. A massa seca do porta-enxerto reduziu-se com o aumento da concentração de NaCl, em todos os tratamentos. (Figura 14).

Tabela 13. Massa seca do porta-enxerto (g) de cultivares de mangueiras no ensaio 2, em que ‘Haden’, ‘Palmer’ ou ‘Tommy Atkins’ estavam enxertados em ‘Ubá’. Comparação de médias de tratamentos, valores de F da análise de variância (F) e níveis de significância (P). Estimaram-se os valores de massa seca do porta-enxerto para as combinações de tratamentos: concentrações de NaCl (0, 15, 30, 45 e 60 mmol.L⁻¹), inoculação de *Ceratocystis fimbriata* (enxerto, E, ou porta-enxerto, PE) ou não, e cultivares

Combinação		Efeito: Cultivar*			F (P)
Concentração	Inoculação	Palmer	Tommy Atkins	Haden	
0	E	21,48 ab	22,11 a	19,50 b	4,92 (0,0079)
	Não	22,53 a	21,20 a	17,61 b	17,21 (<0,0001)
	PE	21,34 a	19,85 ab	18,88 b	4,07 (0,0179)
15	E	20,97 a	20,78 a	19,13 a	2,72 (0,0672)
	Não	22,19 a	20,95 a	16,03 b	28,11 (<0,0001)
	PE	20,99 a	19,96 a	17,43 b	8,92 (0,0002)
30	E	20,12 a	18,97 a	18,92 a	1,23 (0,2935)
	Não	21,59 a	20,26 a	15,47 b	27,58 (<0,0001)
	PE	20,17 a	19,46 a	15,44 b	17,27 (<0,0001)
45	E	18,88 a	15,60 b	18,85 a	9,44 (0,0001)
	Não	21,20 a	18,68 b	14,17 c	33,73 (<0,0001)
	PE	19,98 a	19,05 a	14,78 b	20,38 (<0,0001)
60	E	17,80 a	13,28 b	18,84 a	23,21 (<0,0001)
	Não	20,76 a	17,55 b	12,30 c	48,41 (<0,0001)
	PE	19,81 a	18,84 a	14,16 b	24,23 (<0,0001)

Combinação		Efeito: Inoculação*			F (P)
Cultivar	Concentração	E	Não	PE	
Haden	0	19,50 a	17,61 a	18,88 a	2,48 (0,0850)
	15	19,13 a	16,03 c	17,43 b	6,38 (0,0019)
	30	18,92 a	15,47 b	15,44 b	10,63 (<0,0001)
	45	18,85 a	14,17 b	14,78 b	17,18 (<0,0001)
	60	18,84 a	12,30 b	14,16 b	30,16 (<0,0001)
Palmer	0	21,48 a	22,53 a	21,34 a	1,11 (0,3296)
	15	20,97 a	22,19 a	20,99 a	1,28 (0,2783)
	30	20,12 a	21,59 a	20,17 a	1,85 (0,1585)
	45	18,88 b	21,20 a	19,98 ab	3,57 (0,0293)
	60	17,80 b	20,76 a	19,81 a	6,06 (0,0026)
Tommy Atkins	0	22,11 a	21,20 b	19,85 b	3,45 (0,0330)
	15	20,78 a	20,95 a	19,96 a	0,74 (0,4794)
	30	18,97 a	20,26 a	19,46 a	1,13 (0,3254)
	45	15,60 b	18,68 a	19,05 a	9,55 (<0,0001)
	60	13,28 b	17,55 a	18,84 a	22,47 (<0,0001)

*Em cada linha, de cada efeito, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (Teste de Tukey, $\alpha=0,05$).

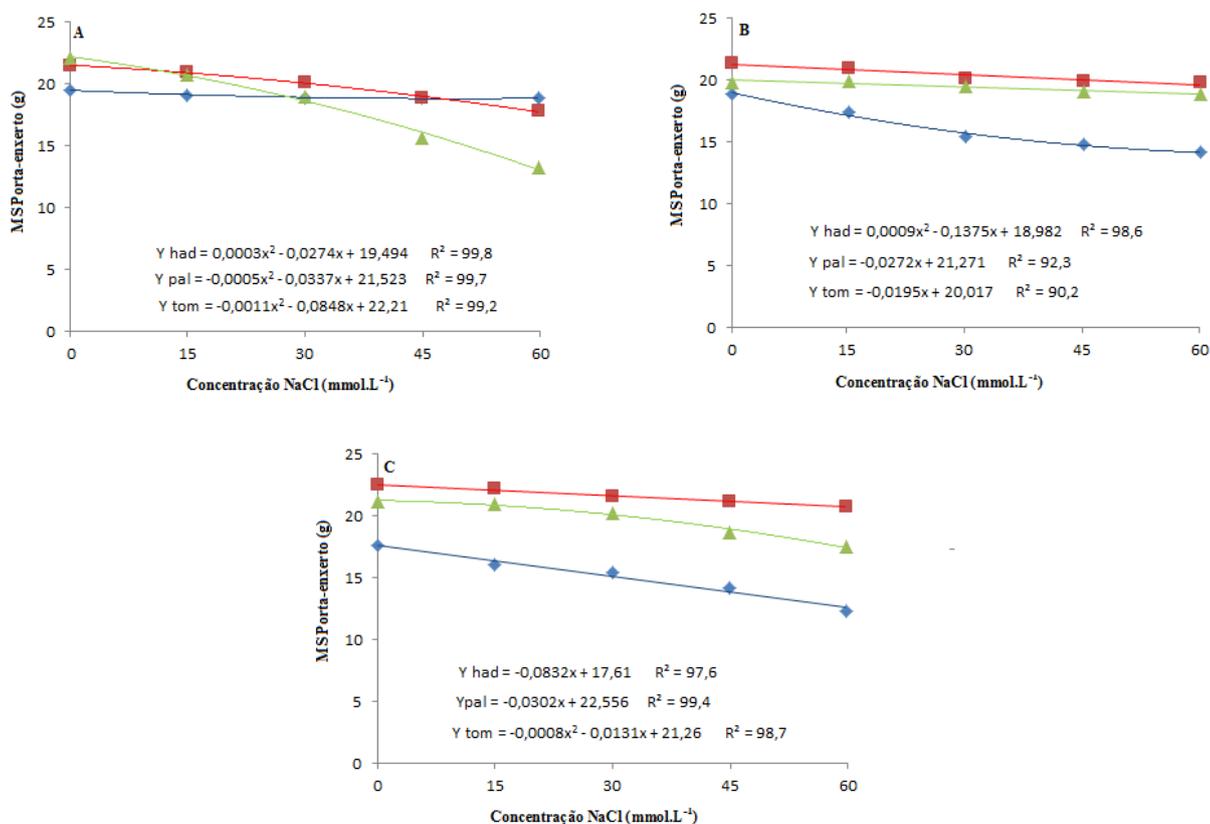


Figura 14: Massa seca do porta-enxerto (g) de cultivares de mangueiras submetidos a concentrações crescentes de NaCl e inoculados com *Ceratocystis fimbriata*, no enxerto (A), no porta-enxerto (B) e não inoculado (C), em E2: ‘Haden’ (◆), ‘Palmer’ (■) ou ‘Tommy Atkins’ (▲) enxertado sobre ‘Ubá’.

4.3.3. Massa seca do enxerto

Em E1, houve interação significativa de cultivar x inoculação ($F=38,57$; $P<0,0001$) e concentração x inoculação ($F=4,12$; $P=0,0001$). Ocorreu diferença significativa quanto à inoculação em ‘Ubá’ e ‘Espada’. Os cultivares diferiram quanto a massa seca do enxerto em todos os tratamentos com inoculação, e observaram-se maiores valores em ‘Imbú’ (Tabela 14). Ajustou-se um modelo de regressão para a relação da massa seca do enxerto com a concentração de NaCl, o qual reduziu-se com o aumento da concentração, em todos os tratamentos (Figura 15).

Tabela 14. Massa seca do enxerto (g) de cultivares de mangueiras inoculados com *Ceratocystis fimbriata* e mantidos em solução hidropônica com concentrações de NaCl.

Inoculação	Cultivar		
	Imbú*	Espada	Ubá
Não	8,77 a A	7,44 b A	6,81 c B
Porta-Enxerto	8,95 a A	6,85 b B	8,88 a A
Enxerto	7,82 a A	6,32 b B	8,15 a B

*Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas ou da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si (Teste de Tukey, $\alpha=0,05$).

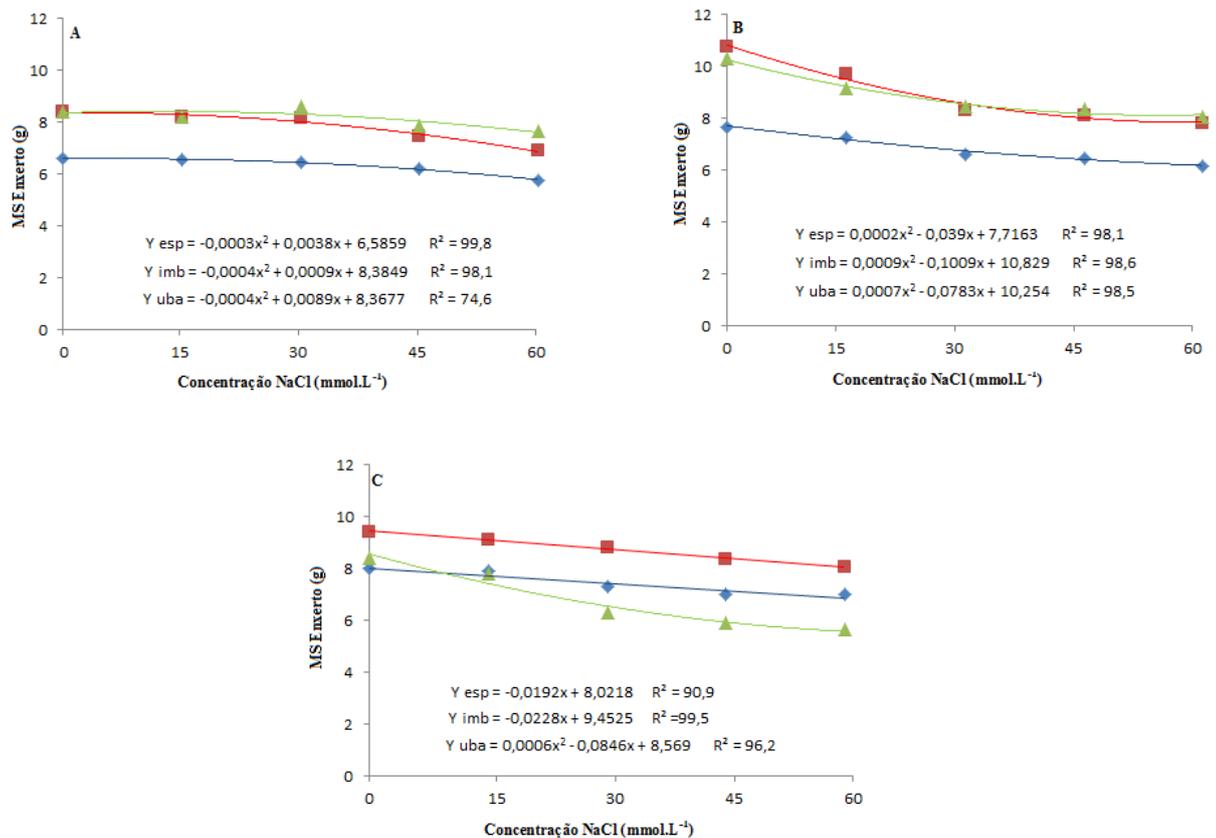


Figura 15: Massa seca do enxerto (g) de cultivares de mangueiras submetidos a concentrações crescentes de NaCl e inoculados com *Ceratocystis fimbriata*, no enxerto (A), no porta-enxerto (B) e não inoculado (C), em E1: ‘Haden’ enxertado em ‘Espada’ (◆), ‘Imbú’ (■) ou ‘Ubá’ (▲).

Em E2, houve interação cultivar x concentração x inoculação significativa ($F=3,40$; $P<0,0001$). Nesse ensaio, os cultivares diferiram em todas as combinações concentração-inoculação; a massa seca do enxerto foi maior em ‘Palmer’ e menor em ‘Haden’. Houve, também, diferença quanto à inoculação de *C. fimbriata* em 87% das combinações cultivar-concentração; a massa seca foi maior quando se inoculou o patógeno no porta-enxerto e menor com inoculação no enxerto (Tabela 15). O efeito da concentração de NaCl foi significativo em todas as combinações cultivar-inoculação. Adotou-se procedimento similar ao item 4.2.1. A massa seca do enxerto reduziu-se com o aumento da concentração de NaCl em todos os tratamentos. (Figura 16).

Tabela 15. Massa seca do enxerto (g) de cultivares de mangueiras no ensaio 2, em que ‘Haden’, ‘Palmer’ ou ‘Tommy Atkins’ estavam enxertados em ‘Ubá’. Comparação de médias de tratamentos, valores de F da análise de variância (F) e níveis de significância (P). Estimaram-se os valores de massa seca do enxerto para as combinações de tratamentos: concentrações de NaCl (0, 15, 30, 45 e 60 mmol.L⁻¹), inoculação de *Ceratocystis fimbriata* (enxerto, E, ou porta-enxerto, PE) ou não, e cultivares

Combinação		Efeito: Cultivar*			F (P)
Concentração	Inoculação	Palmer	Tommy Atkins	Haden	
0	E	8,33 a	8,64 a	5,93 b	49,77 (<0,0001)
	Não	9,39 a	9,23 a	7,50 b	24,68 (<0,0001)
	PE	10,72 a	10,40 a	6,65 b	115,81 (<0,0001)
15	E	8,21 a	8,38 a	5,91 b	43,02 (<0,0001)
	Não	9,15 a	8,68 a	7,49 b	16,53 (<0,0001)
	PE	9,76 a	9,08 a	6,43 b	69,87 (<0,0001)
30	E	8,08 a	8,45 a	5,82 b	45,96 (<0,0001)
	Não	8,91 a	7,30 b	6,80 b	27,50 (<0,0001)
	PE	8,21 a	8,43 a	6,13 b	36,48 (<0,0001)
45	E	7,45 a	7,58 a	5,67 b	25,63 (<0,0001)
	Não	8,52 a	6,90 b	6,40 b	27,87 (<0,0001)
	PE	7,93 a	8,40 a	6,04 b	35,25 (<0,0001)
60	E	6,77 b	7,31 a	5,44 c	20,83 (<0,0001)
	Não	8,40 a	6,51 b	6,37 b	29,08 (<0,0001)
	PE	7,59 a	8,21 a	5,77 b	36,30 (<0,0001)

Combinação		Efeito: Inoculação*			F (P)
Cultivar	Concentração	PE	Não	E	
Haden	0	6,65 ab	7,50 a	5,93 b	14,08 (<0,0001)
	15	6,43 b	7,49 a	5,91 b	14,64 (<0,0001)
	30	6,13 b	6,80 a	5,82 b	5,75 (0,0035)
	45	6,04 ab	6,40 a	5,67 b	2,98 (0,0523)
	60	5,77 b	6,37 a	5,44 b	5,00 (0,0073)
Palmer	0	10,72 a	9,39 b	8,33 c	32,43 (<0,0001)
	15	9,76 a	9,15 a	8,21 b	13,64 (<0,0001)
	30	8,21 b	8,91 a	8,08 b	4,53 (0,0115)
	45	7,93 b	8,52 a	7,45 b	6,48 (0,0018)
	60	7,59 b	8,40 a	6,77 c	15,00 (<0,0001)
Tommy Atkins	0	10,40 a	9,23 b	8,64 b	18,23 (<0,0001)
	15	9,08 a	8,68 b	8,38 b	2,85 (0,0595)
	30	8,43 a	7,30 b	8,45 a	9,71 (<0,0001)
	45	8,40 a	6,90 b	7,58 ab	12,79 (<0,0001)
	60	8,21 a	6,51 b	7,31 ab	16,29 (<0,0001)

*Em cada linha, de cada efeito, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (Teste de Tukey, $\alpha=0,05$).

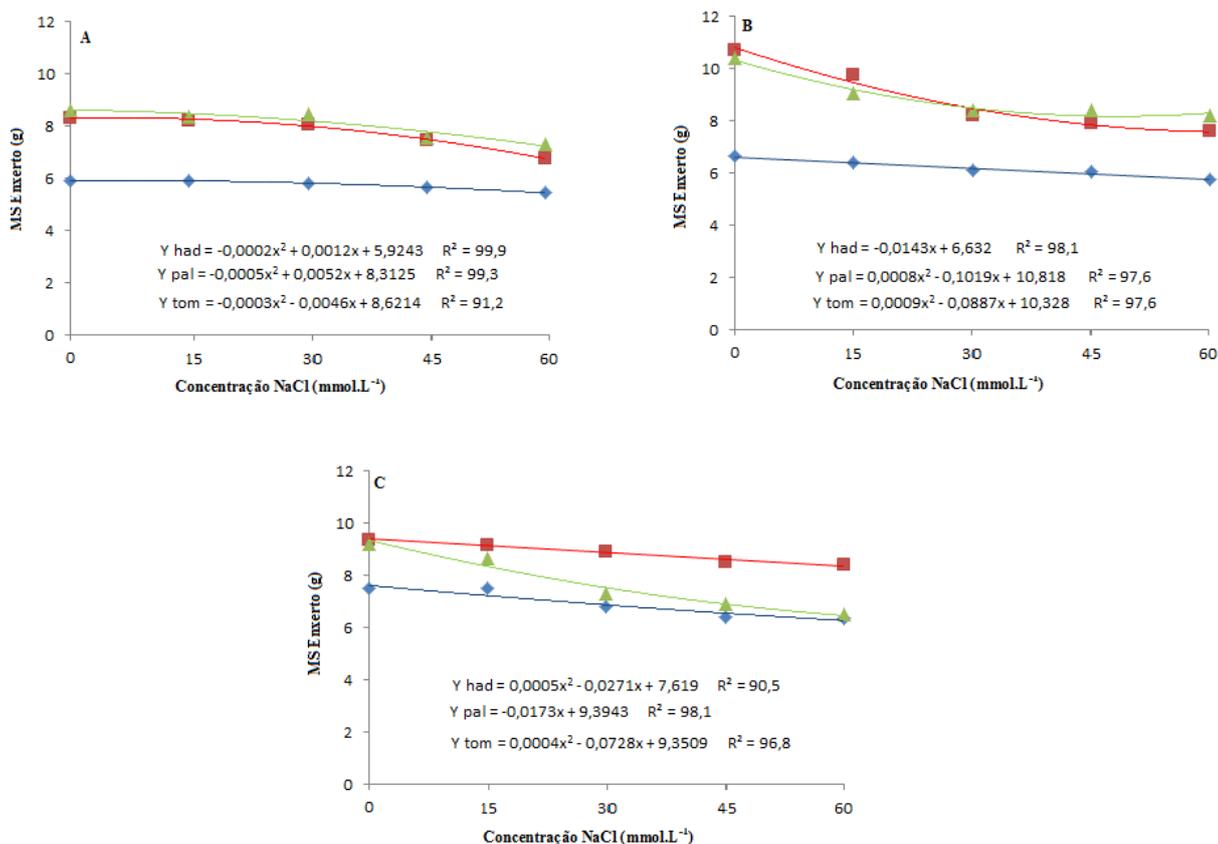


Figura 16: Massa seca do enxerto (g) de cultivares de mangueiras submetidos a concentrações crescentes de NaCl e inoculados com *Ceratocystis fimbriata*, no enxerto (A), no porta-enxerto (B) e não inoculado (C), em E2: ‘Haden’ (◆), ‘Palmer’ (■) ou ‘Tommy Atkins’ (▲) enxertado sobre ‘Ubá’.

4.3.4. Massa seca das folhas

A interação cultivar de mangueira x concentração de NaCl x inoculação de *C. fimbriata* foi significativa em E1 (F=2,89; P=0,0002) e E2 (F=5,97; P=0,0001).

Em E1, os cultivares diferiram em 87% das combinações concentração-inoculação; a massa seca das folhas foi maior em ‘Ubá’ e menor em ‘Espada’. Os tratamentos de inoculação de *C. fimbriata* diferiram em todas as combinações cultivar-concentração; a massa seca foi maior quando se inoculou no porta-enxerto e menor quando não se inoculou o patógeno (Tabela 16).

Em E2, os cultivares diferiram em todas as combinações concentração-inoculação; a massa seca foi maior em ‘Tommy Atkins’ e menor em ‘Haden’. Os tratamentos de inoculação de *C. fimbriata* também diferiram em todas as combinações

cultivar-concentração; a massa seca foi maior com inoculação no porta-enxerto e menor sem inoculação (Tabela 17).

Tabela 16. Massa seca das folhas (g) de cultivares de mangueiras no ensaio 1, em que mudas de ‘Haden’ estavam enxertados em ‘Espada’, ‘Imbú’ ou ‘Ubá’. Comparação de médias de tratamentos, valores de F da análise de variância (F) e níveis de significância (P). Estimaram-se os valores de massa seca das folhas para as combinações de tratamentos: concentrações de NaCl (0, 15, 30, 45 e 60 mmol.L⁻¹), inoculação de *Ceratocystis fimbriata* (enxerto, E, ou porta-enxerto, PE) ou não, e cultivares

Combinação		Efeito: Cultivar*			F (P)
Concentração	Inoculação	Ubá	Imbú	Espada	
0	E	12,63 a	9,23 b	7,71 c	55,94 (<0,0001)
	Não	12,26 a	8,06 b	6,67 b	74,46 (<0,0001)
	PE	14,03 a	10,36 b	9,82 b	46,20 (<0,0001)
15	E	11,30 a	9,01 b	7,68 c	29,54 (<0,0001)
	Não	11,68 a	7,62 b	5,69 c	82,51 (<0,0001)
	PE	13,11 a	10,10 b	9,51 b	32,83 (<0,0001)
30	E	9,85 a	8,01 b	8,42 b	8,26 (0,0003)
	Não	9,16 a	6,57 b	5,16 c	36,30 (<0,0001)
	PE	13,12 a	10,08 b	8,96 b	40,85 (<0,0001)
45	E	8,79 a	7,73 b	8,29 ab	2,44 (0,0887)
	Não	8,44 a	6,07 b	4,90 b	28,62 (<0,0001)
	PE	12,63 a	10,10 b	8,70 c	34,89 (<0,0001)
60	E	8,04 a	7,50 a	8,00 a	0,79 (0,4570)
	Não	7,29 a	5,52 b	4,61 b	16,35 (<0,0001)
	PE	12,38 a	10,01 b	8,51 c	33,40 (<0,0001)

Combinação		Efeito: Inoculação*			F (P)
Cultivar	Concentração	PE	E	Não	
Espada	0	9,82 a	7,71 b	6,67 c	22,76 (<0,0001)
	15	9,51 a	7,68 b	5,69 c	32,24 (<0,0001)
	30	8,96 a	8,42 a	5,16 b	37,27 (<0,0001)
	45	8,70 a	8,29 a	4,90 b	38,22 (<0,0001)
	60	8,51 a	8,00 a	4,61 b	39,55 (<0,0001)
Imbú	0	10,36 a	9,23 ab	8,06 b	11,58 (<0,0001)
	15	10,10 a	9,01 ab	7,62 b	13,65 (<0,0001)
	30	10,08 a	8,01 b	6,57 c	27,42 (<0,0001)
	45	10,10 a	7,73 b	6,07 c	36,13 (<0,0001)
	60	10,01 a	7,50 b	5,52 c	44,56 (<0,0001)
Ubá	0	14,03 a	12,63 ab	12,26 b	7,70 (0,0005)
	15	13,11 a	11,30 b	11,68 b	8,00 (0,0004)
	30	13,12 a	9,85 b	9,16 b	39,44 (<0,0001)
	45	12,63 a	8,79 b	8,44 b	47,50 (<0,0001)
	60	12,38 a	8,04 b	7,29 b	66,32 (<0,0001)

*Em cada linha, de cada efeito, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (Teste de Tukey, $\alpha=0,05$).

Tabela 17. Massa seca das folhas (g) de cultivares de mangueiras no ensaio 2, em que ‘Haden’, ‘Palmer’ ou ‘Tommy Atkins’ estavam enxertados em ‘Ubá’. Comparação de médias de tratamentos, valores de F da análise de variância (F) e níveis de significância (P). Estimaram-se os valores de massa seca das folhas para as combinações de tratamentos: concentrações de NaCl (0, 15, 30, 45 e 60 mmol.L⁻¹), inoculação de *Ceratocystis fimbriata* (enxerto, E, ou porta-enxerto, PE) ou não, e cultivares.

Combinação		Efeito: Cultivar*			F (P)
Concentração	Inoculação	Tommy Atkins	Palmer	Haden	
0	E	11,07 a	8,28 b	7,60 b	41,35 (<0,0001)
	Não	11,16 a	7,22 b	6,53 b	76,55 (<0,0001)
	PE	13,48 a	9,50 b	9,95 b	58,29 (<0,0001)
15	E	10,19 a	8,27 b	7,57 b	22,54 (<0,0001)
	Não	10,90 a	6,74 b	5,47 c	99,00 (<0,0001)
	PE	12,67 a	9,41 b	9,55 b	41,67 (<0,0001)
30	E	9,09 a	7,49 b	8,74 a	8,70 (0,0002)
	Não	8,19 a	6,23 b	4,66 c	38,37 (<0,0001)
	PE	12,73 a	9,37 b	8,80 b	55,08 (<0,0001)
45	E	8,14 a	7,51 b	8,53 a	3,25 (0,0402)
	Não	7,36 a	5,88 b	4,36 c	27,55 (<0,0001)
	PE	12,65 a	9,41 b	8,44 c	59,71 (<0,0001)
60	E	7,31 a	7,46 a	8,22 a	2,93 (0,0546)
	Não	6,22 a	5,55 a	4,04 b	15,21 (<0,0001)
	PE	12,63 a	9,23 b	8,24 c	64,96 (<0,0001)
Combinação		Efeito: Inoculação*			F (P)
Cultivar	Concentração	PE	E	Não	
Haden	0	9,95 a	7,60 b	6,53 c	37,48 (<0,0001)
	15	9,55 a	7,57 b	5,47 c	50,97 (<0,0001)
	30	8,80 a	8,74 a	4,66 b	69,06 (<0,0001)
	45	8,44 a	8,53 a	4,36 b	69,39 (<0,0001)
	60	8,24 a	8,22 a	4,04 b	71,61 (<0,0001)
Palmer	0	9,50 a	8,28 b	7,22 c	15,91 (<0,0001)
	15	9,41 a	8,27 b	6,74 c	21,98 (<0,0001)
	30	9,37 a	7,49 b	6,23 c	30,64 (<0,0001)
	45	9,41 a	7,51 b	5,88 c	38,06 (<0,0001)
	60	9,23 a	7,46 b	5,55 c	41,36 (<0,0001)
Tommy Atkins	0	13,48 a	11,07 b	11,16 b	22,88 (<0,0001)
	15	12,67 a	10,19 b	10,90 b	19,97 (<0,0001)
	30	12,73 a	9,09 b	8,19 b	70,67 (<0,0001)
	45	12,65 a	8,14 b	7,36 b	100,01 (<0,0001)
	60	12,63 a	7,31 b	6,22 b	144,07 (<0,0001)

*Em cada linha, de cada efeito, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (Teste de Tukey, $\alpha=0,05$).

Nos dois ensaios, detectou-se efeito significativo da concentração de NaCl em todas as combinações cultivar-inoculação. Ajustou-se um modelo de regressão para a relação da massa seca das folhas com concentrações de NaCl, o qual reduziu-se com o aumento da concentração em todos os tratamentos (Figura 17). Em geral, as maiores reduções na massa seca das folhas ocorreram com 60 mmol.L⁻¹, principalmente para ‘Ubá’ (Figura 17 A-C) e ‘Tommy Atkins’ (Figura 17 D-F).

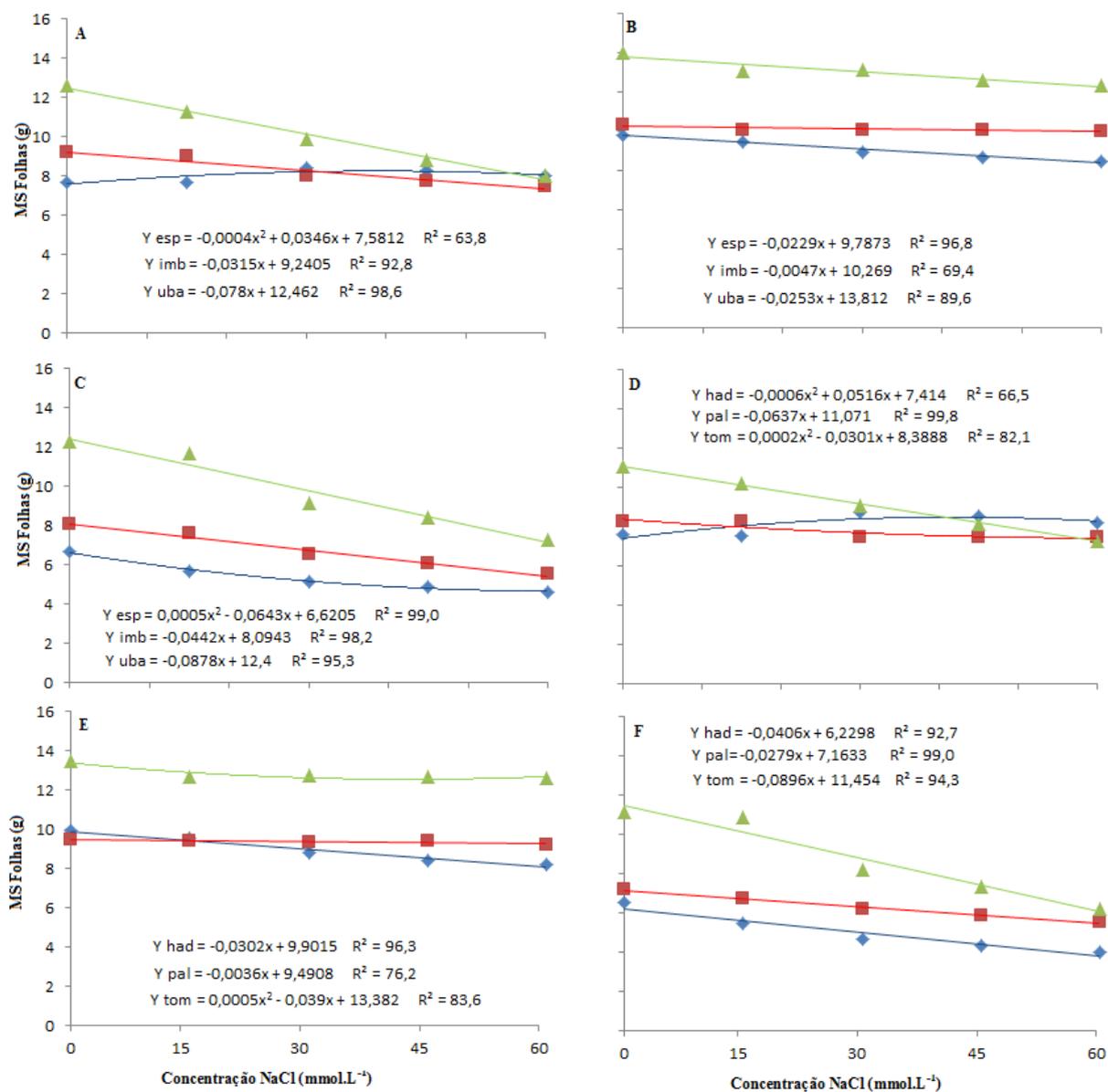


Figura 17: Massa seca das folhas (g) de cultivares de mangueiras submetidos a concentrações crescentes de NaCl e inoculados com *Ceratocystis fimbriata*, no enxerto (A,D), no porta-enxerto (B,E) e não inoculado (C,F), em E1 (ABC): ‘Haden’ enxertado em ‘Espada’ (◆), ‘Imbú’ (■) ou ‘Ubá’ (▲); em E2 (DEF): ‘Haden’ (◆), ‘Palmer’ (■) ou ‘Tommy Atkins’ (▲) enxertado em ‘Ubá’.

4.3.5. Massa seca total

Em E1, houve interação significativa de cultivar x inoculação ($F=12,01$; $P<0,0001$). Ocorreu diferença significativa quanto à inoculação em ‘Espada’ e ‘Imbú’. Os cultivares diferiram quando se inoculou no porta-enxerto e sem inoculação. Maiores valores ocorreram em ‘Ubá’ (Tabela 18). Ajustou-se um modelo de regressão para a

relação da massa seca total com a concentração de NaCl, o qual reduziu-se com o aumento da concentração em todos os tratamentos (Figura 18).

Tabela 18. Massa seca total (g) de cultivares de mangueiras inoculados com *Ceratocystis fimbriata* e mantidos em solução hidropônica com concentrações crescentes de NaCl.

Inoculação	Cultivar		
	Ubá*	Imbú	Espada
Enxerto	48,56 a A	49,99 a B	47,70 a A
Porta-Enxerto	51,14 a A	53,32 a A	46,38 b A
Não	48,00 b A	51,40 a AB	41,87 c B

*Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas ou da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si (Teste de Tukey, $\alpha=0,05$).

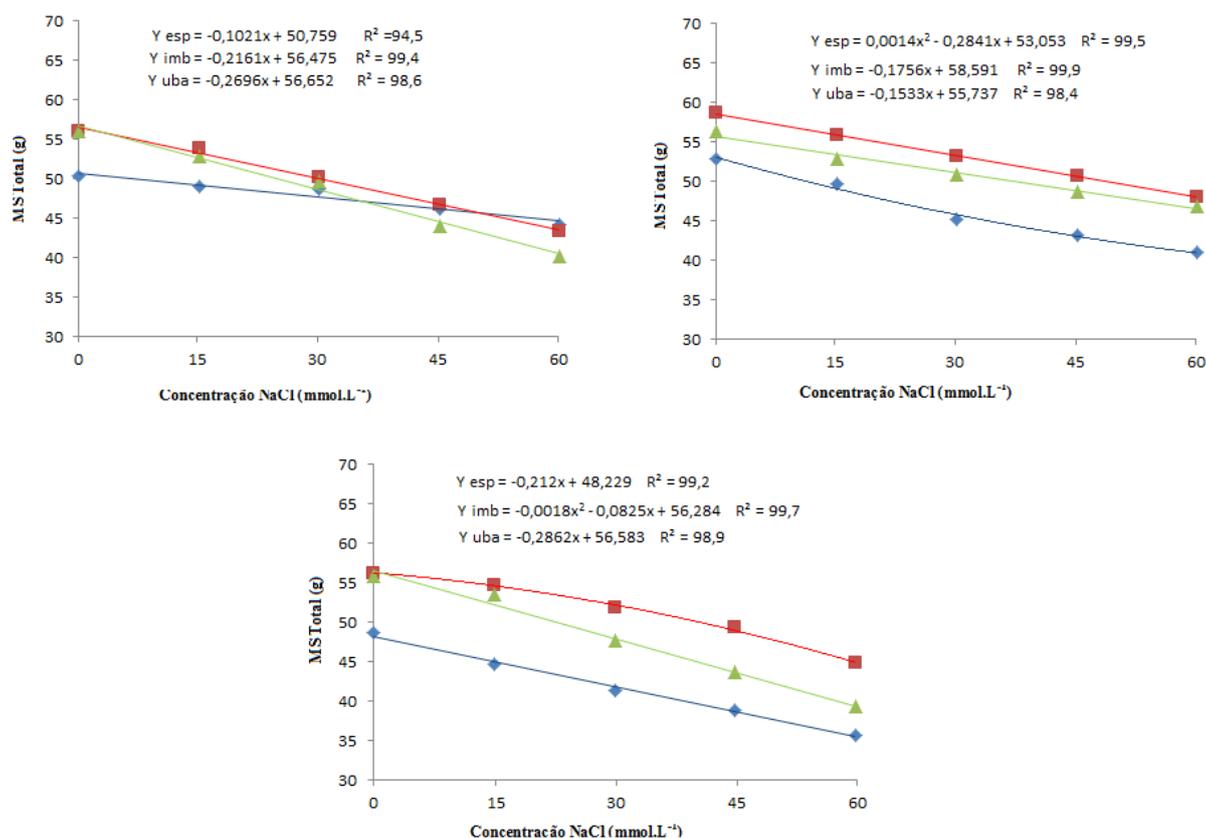


Figura 18: Massa seca total (g) de cultivares de mangueiras submetidos a concentrações crescentes de NaCl e inoculados com *Ceratocystis fimbriata*, no enxerto (A), no porta-enxerto (B) e não inoculado (C), em E1: ‘Haden’ enxertado em ‘Espada’ (◆), ‘Imbú’ (■) ou ‘Ubá’ (▲).

Em E2, houve interação cultivar x concentração x inoculação significativa ($F=6,57$; $P<0,0001$). Nesse ensaio, os cultivares diferiram em todas as combinações concentração-inoculação; a massa seca total foi maior em ‘Tommy Atkins’ e menor em ‘Haden’. Os tratamentos de inoculação de *C. fimbriata* diferiram em 73% das combinações cultivar-concentração; a massa seca foi maior quando se inoculou no porta-enxerto e menor quando não se inoculou o patógeno (Tabela 19). O efeito da

concentração de NaCl foi significativo em todas as combinações cultivar-inoculação. Adotou-se procedimento similar ao item 4.2.1. A massa seca total reduziu-se com o aumento da concentração de NaCl em todos os tratamentos. (Figura 19). Em ambos ensaios, em geral ocorreram maiores reduções na massa seca com 60mmol.L⁻¹.

Tabela 19. Massa seca total (g) de cultivares de mangueiras no ensaio 2, em que ‘Haden’, ‘Palmer’ ou ‘Tommy Atkins’ estavam enxertados em ‘Ubá’. Comparação de médias de tratamentos, valores de F da análise de variância (F) e níveis de significância (P). Estimaram-se os valores de massa seca total para as combinações de tratamentos: concentrações de NaCl (0, 15, 30, 45 e 60 mmol.L⁻¹), inoculação de *Ceratocystis fimbriata* (enxerto, E, ou porta-enxerto, PE) ou não, e cultivares.

Combinação		Efeito: Cultivar*			F (P)
Concentração	Inoculação	Tommy Atkins	Palmer	Haden	
0	E	58,48 a	54,44 a	48,84 b	34,99 (<0,0001)
	Não	59,19 a	55,22 b	46,38 c	64,21 (<0,0001)
	PE	58,60 a	58,27 a	50,91 b	28,24 (<0,0001)
15	E	55,15 a	53,04 a	47,11 b	25,94 (<0,0001)
	Não	57,14 a	53,83 b	41,64 c	99,51 (<0,0001)
	PE	55,11 a	55,72 a	47,39 b	32,18 (<0,0001)
30	E	51,23 a	49,87 b	47,69 b	4,74 (0,0094)
	Não	51,18 a	51,80 a	37,48 b	97,81 (<0,0001)
	PE	53,20 a	52,99 a	42,58 b	55,00 (<0,0001)
45	E	44,51 b	47,43 a	45,24 ab	3,46 (0,0327)
	Não	46,98 a	49,91 a	34,29 b	102,79 (<0,0001)
	PE	51,17 a	50,46 a	40,84 b	49,68 (<0,0001)
60	E	39,58 b	44,59 a	43,70 a	10,66 (<0,0001)
	Não	42,17 b	45,78 a	31,47 c	82,75 (<0,0001)
	PE	49,49 a	45,48 b	38,75 b	48,61 (<0,0001)

Combinação		Efeito: Inoculação*			F (P)
Cultivar	Concentração	PE	E	Não	
Haden	0	50,91 a	48,84 a	46,38 b	7,66 (0,0006)
	15	47,39 a	47,11 a	41,64 b	15,69 (<0,0001)
	30	42,58 b	47,69 a	37,48 c	38,94 (<0,0001)
	45	40,84 b	45,24 a	34,29 c	45,31 (<0,0001)
	60	38,75 a	43,70 a	31,47 c	56,54 (<0,0001)
Palmer	0	58,27 a	54,44 b	55,22 b	6,11 (0,0025)
	15	55,72 a	53,04 a	53,83 a	2,83 (0,0606)
	30	52,99 a	49,87 b	51,80 a	3,71 (0,0255)
	45	50,46 a	47,43 b	49,91 a	3,87 (0,0218)
	60	47,48 a	44,59 b	45,78 b	3,15 (0,0440)
Tommy Atkins	0	58,60 a	58,48 a	59,19 a	0,22 (0,8032)
	15	55,11 a	55,15 a	57,14 a	2,02 (0,1346)
	30	53,20 a	51,23 a	51,18 a	1,98 (0,1393)
	45	51,17 a	44,51 b	46,98 b	16,92 (<0,0001)
	60	49,49 b	39,58 b	42,17 ab	39,37 (<0,0001)

*Em cada linha, de cada efeito, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (Teste de Tukey, $\alpha=0,05$).

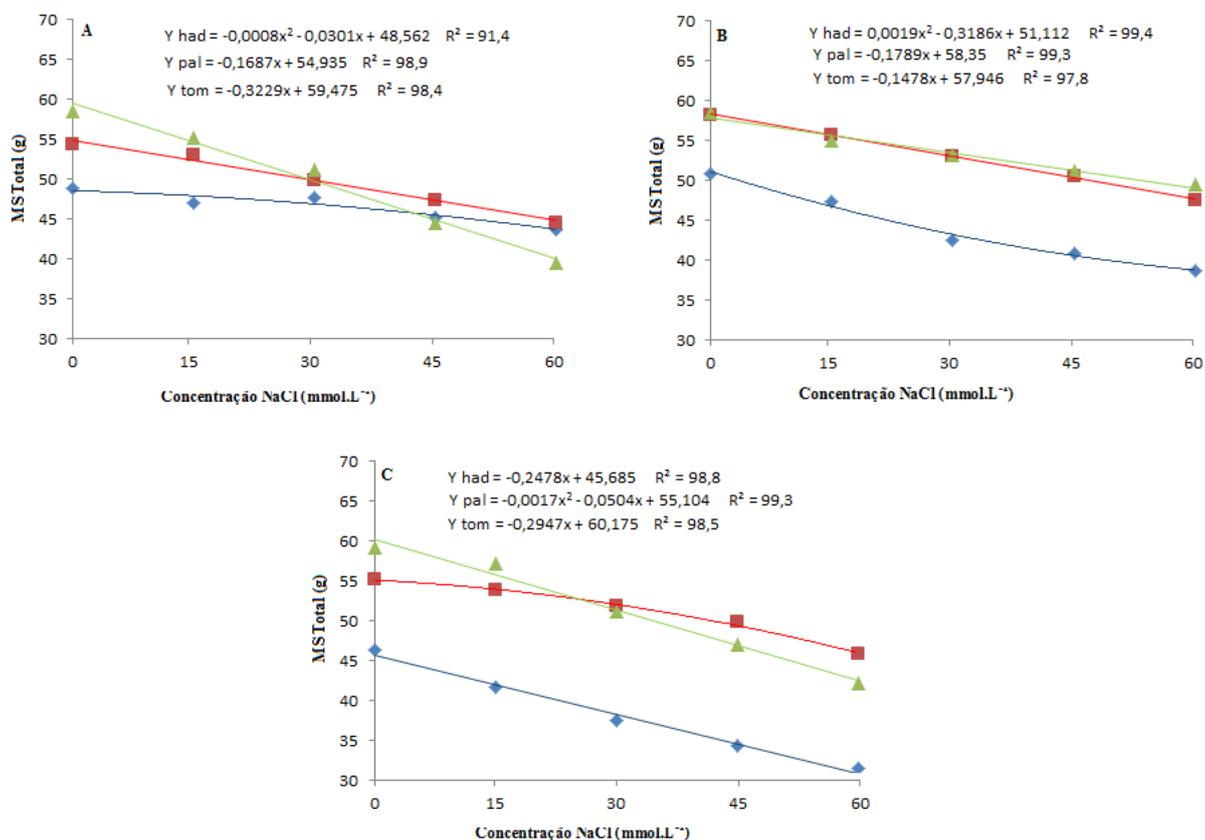


Figura 19: Massa seca total (g) de cultivares de mangueiras submetidos a concentrações crescentes de NaCl e inoculados com *Ceratocystis fimbriata*, no enxerto (A), no porta-enxerto (B) ou não inoculados (C), em E2: ‘Haden’ (◆), ‘Palmer’ (■) ou ‘Tommy Atkins’ (▲) enxertado sobre ‘Ubá’.

4.4. Características fisiológicas

4.4.1. Índice SPAD

Houve efeito significativo apenas do efeito da inoculação em E1 ($F=7,56$; $P=0,0006$) e E2 ($F=3,83$; $P=0,0227$). Em geral, o índice SPAD foi maior nos cultivares não inoculados. Observou-se diferença significativa quanto à inoculação nos dois ensaios (Tabela 20). Ajustou-se modelo de regressão quadrático para maioria das relações de índice SPAD com a concentração de NaCl (Figura 20). Detectou-se maior redução em ‘Ubá’, no E1 e ‘Tommy Atkins’, no E2.

Tabela 20. Índice SPAD em folhas de cultivares de mangueiras inoculados com *Ceratocystis fimbriata*.

Inoculação	Ensaio	
	1*	2
Não	46,40 a	52,93 a
Porta-Enxerto	45,94 a	52,65 a
Enxerto	42,76 b	49,32 b
CV (%)	17,80	21,02

*Em cada coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (Teste de Tukey, $\alpha=0,05$).

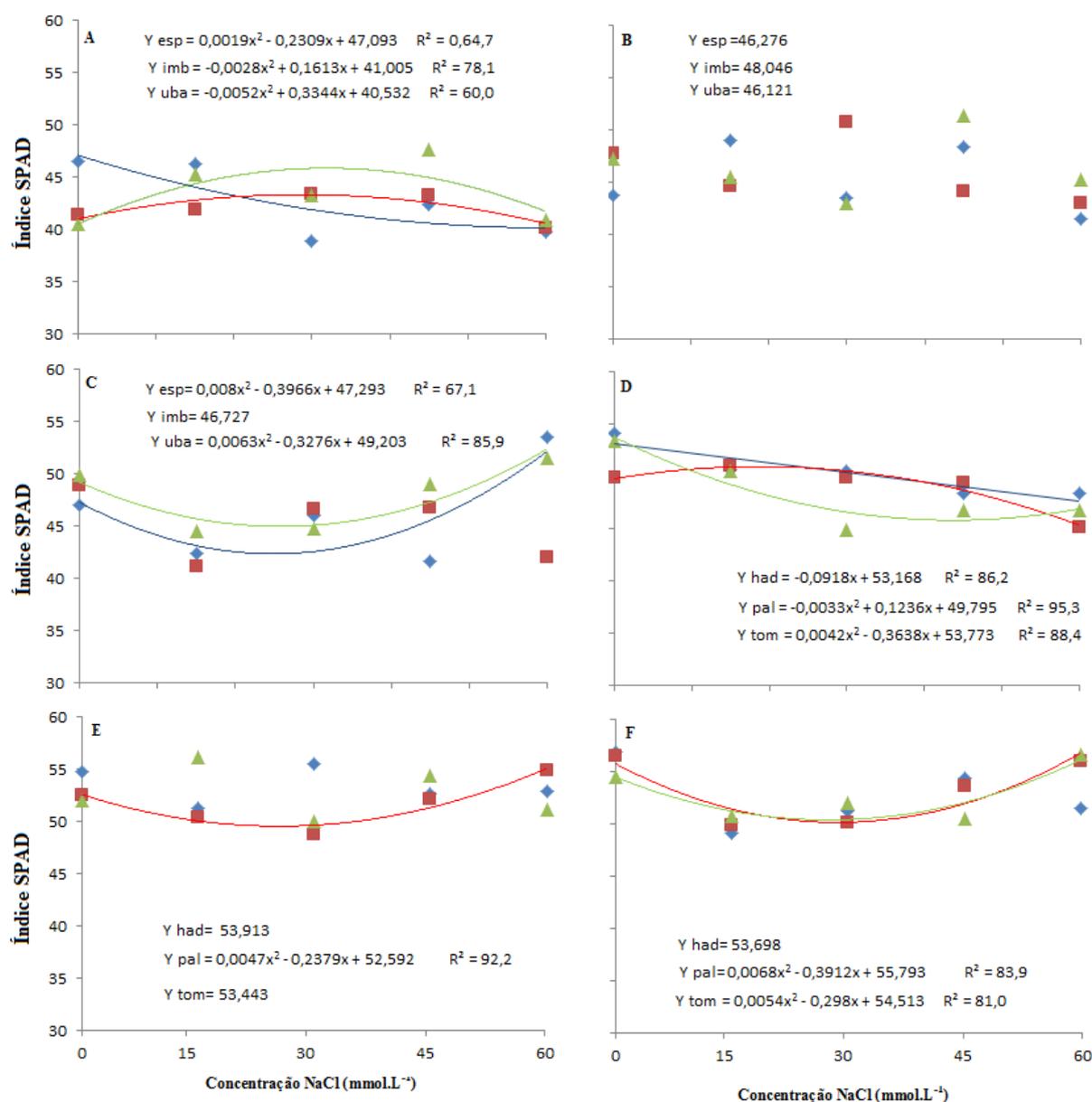


Figura 20: Índice SPAD em cultivares de mangueiras submetidos a concentrações crescentes de NaCl e inoculados com *Ceratocystis fimbriata*, no enxerto (A,D), no porta-enxerto (B,E) e não inoculado (C,F), em E1 (ABC): ‘Haden’ enxertado em ‘Espada’ (◆), ‘Imbú’ (■) ou ‘Ubá’ (▲); e E2 (DEF): ‘Haden’ (◆), ‘Palmer’ (■) ou ‘Tommy Atkins’ (▲) enxertado em ‘Ubá’.

4.4.2. Condutância estomática

Em E1, houve interação cultivar x concentração x inoculação significativa ($F=2,48$; $P=0,0015$). Nesse ensaio, os cultivares diferiram em 27% das combinações concentração-inoculação; maiores valores de condutância estomática ocorreram em ‘Ubá’ e menores em ‘Imbú’. Os tratamentos de inoculação de *C. fimbriata* diferiram em 73% das combinações cultivar-concentração; a condutância foi maior quando não se inoculou e menor quando se inoculou o patógeno no enxerto (Tabela 21). O efeito da concentração de NaCl foi significativo em todas as combinações cultivar-inoculação. Ajustou-se um modelo de regressão para a relação da condutância estomática com a concentração de NaCl. Em geral, a condutância estomática reduziu-se com o aumento da concentração de NaCl (Figura 21).

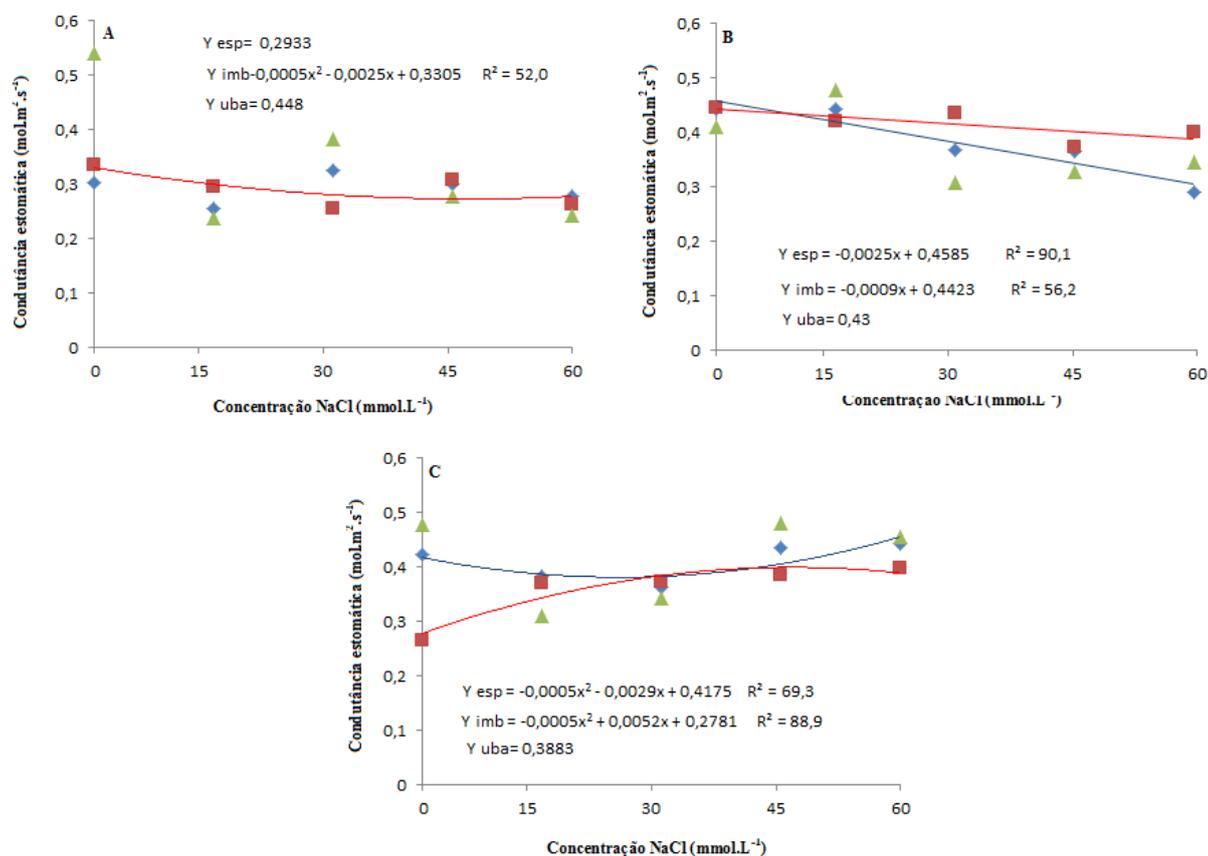


Figura 21: Condutância estomática (mol.m².s⁻¹) de cultivares de mangueiras submetidos a concentrações crescentes de NaCl e inoculados com *Ceratocystis fimbriata*, no enxerto (A), no porta-enxerto (B) e não inoculado (C), em E1: ‘Haden’ enxertado em ‘Espada’ (◆), ‘Imbú’ (■) ou ‘Ubá’ (▲).

Tabela 21. Condutância estomática ($\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) de cultivares de mangueiras no ensaio 1, em que ‘Haden’ estavam enxertados em ‘Espada’, ‘Imbú’ ou ‘Ubá’. Comparação de médias de tratamentos, valores de F da análise de variância (F) e níveis de significância (P). Estimaram-se os valores de condutância para as combinações de tratamentos: concentrações de NaCl (0, 15, 30, 45 e 60 mmol.L^{-1}), inoculação de *Ceratocystis fimbriata* (enxerto, E, ou porta-enxerto, PE) ou não, e cultivares.

Combinação		Efeito: Cultivar*			F (P)
Concentração	Inoculação	Ubá	Espada	Imbú	
0	E	0,54 a	0,30 b	0,34 ab	12,88 (<0,0001)
	Não	0,48 a	0,42 a	0,27 b	9,27 (0,0001)
	PE	0,41 a	0,44 a	0,45 a	0,28 (0,7541)
15	E	0,24 a	0,26 a	0,30 a	0,67 (0,5123)
	Não	0,31 a	0,38 a	0,37 a	1,16 (0,3152)
	PE	0,48 a	0,44 a	0,42 a	0,65 (0,5240)
30	E	0,38 a	0,33 ab	0,26 b	3,08 (0,0472)
	Não	0,34 a	0,36 a	0,37 a	0,19 (0,8244)
	PE	0,31 b	0,37 ab	0,44 a	3,20 (0,0420)
45	E	0,28 a	0,30 a	0,31 a	0,18 (0,8323)
	Não	0,48 a	0,44 a	0,39 a	1,74 (0,1768)
	PE	0,33 a	0,37 a	0,37 a	0,47 (0,6281)
60	E	0,24 a	0,28 a	0,26 a	0,24 (0,7885)
	Não	0,46 a	0,44 a	0,40 a	0,74 (0,4785)
	PE	0,35 a	0,39 a	0,40 a	2,28 (0,1039)
Combinação		Efeito: Inoculação*			F (P)
Cultivar	Concentração	Não	PE	E	
Espada	0	0,42 a	0,44 a	0,30 b	4,47 (0,0121)
	15	0,38 a	0,44 a	0,26 b	6,99 (0,0011)
	30	0,36 a	0,37 a	0,33 a	0,42 (0,6599)
	45	0,44 a	0,37 b	0,30 b	3,58 (0,0289)
	60	0,44 a	0,29 b	0,28 b	6,51 (0,0017)
Imbú	0	0,27 b	0,45 a	0,34 ab	6,26 (0,0022)
	15	0,37 a	0,42 a	0,30 a	3,00 (0,0513)
	30	0,37 a	0,44 a	0,26 b	6,44 (0,0018)
	45	0,39 a	0,37 a	0,31 a	1,34 (0,2645)
	60	0,40 a	0,40 a	0,26 b	4,69 (0,0099)
Ubá	0	0,48 ab	0,41 b	0,54 a	3,26 (0,0397)
	15	0,31 b	0,48 a	0,24 b	11,56 (<0,0001)
	30	0,34 b	0,31 b	0,38 a	1,09 (0,3387)
	45	0,48 a	0,33 b	0,28 b	8,62 (0,0002)
	60	0,46 b	0,35 a	0,24 c	8,71 (0,0002)

*Em cada linha, de cada efeito, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (Teste de Tukey, $\alpha=0,05$).

Obteve-se efeito significativo apenas do efeito inoculação no Ensaio 2 ($F=6,28$; $P=0,0021$). Em geral, a condutância estomática foi maior nas plantas não inoculadas. Observou-se diferença significativa quanto à inoculação nos dois ensaios (Tabela 22). Ajustou-se modelo de regressão para maioria das tendências de condutância estomática (Figura 22).

Tabela 22. Condutância estomática ($\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) em folhas de cultivares de mangueiras inoculados com *Ceratocystis fimbriata*.

Inoculação	Ensaio	
	1*	2
Não	0,39 a	0,35 a
Porta-Enxerto	0,39 a	0,32 b
Enxerto	0,31 b	0,29 b
CV (%)	31,40	45,58

*Médias seguidas pela mesma letra em cada colunas, não diferem entre si (teste de Tukey, $\alpha=0,05$).

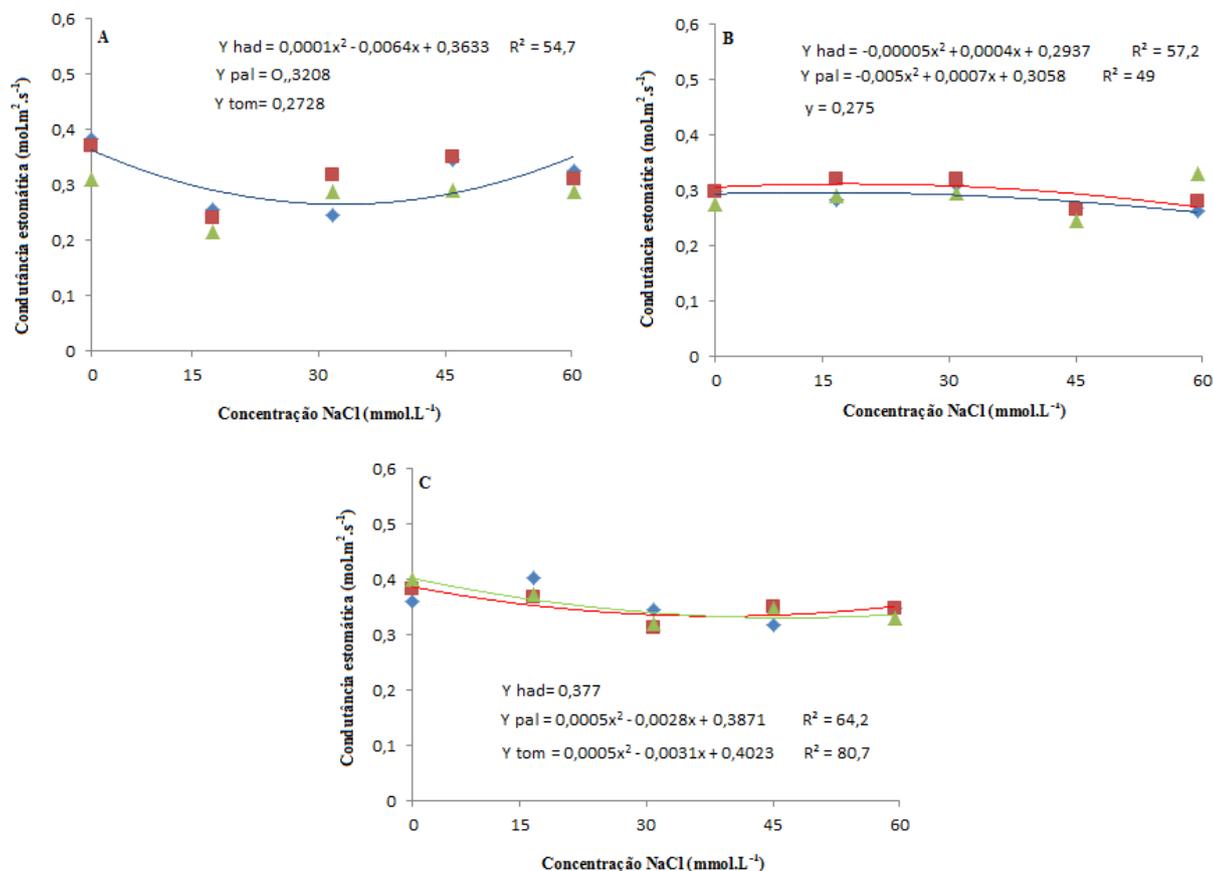


Figura 22: Condutância estomática ($\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) de cultivares de mangueiras submetidos a concentrações crescentes de NaCl e inoculados com *Ceratocystis fimbriata*, no enxerto (A), no porta-enxerto (B) e não inoculado (C), em E2: ‘Haden’ (◆), ‘Palmer’ (■) ou ‘Tommy Atkins’ (▲) enxertado sobre ‘Ubá’.

4.5. Teores e distribuição de nutrientes

Efetou-se regressão linear para os teores dos compostos em função de concentração de NaCl. Em vista do número elevado de equações, apresentaram-se apenas as estimativas das inclinações que foram significativas (P no máximo $\alpha=0,05$). Dividiram-se os efeitos em três grupos, separando quanto à tendência do efeito do

composto: aumento com aumento de NaCl (Tabela 23), redução com aumento de NaCl (Tabela 24) e redução com aumento de NaCl não bem definida (Tabela 25).

4.5.1. Sódio e Cloro

Nos dois ensaios, os teores de Na e Cl aumentaram em todos os órgãos analisados em todas as combinações de tratamentos, com o aumento da concentração de NaCl (Tabela 23).

Tabela 23. Estimativas das inclinações de modelos de regressão linear simples do efeito de concentração de NaCl nos teores de sódio (Na) e cloro (Cl) em raízes, caule (regiões do enxerto e do porta-enxerto) e folhas de cultivares de mangueiras inoculados com *Ceratocystis fimbriata*. No ensaio 1, avaliaram-se as combinações de ‘Haden’ enxertados em ‘Espada’, ‘Imbú’ ou ‘Ubá’; no ensaio 2, avaliaram-se as combinações de ‘Haden’, ‘Palmer’ ou ‘Tommy Atkins’ enxertados em ‘Ubá’.

Ensaio	Combinação	Inoculação	Teor de Na				Teor de Cl			
			Enxerto	Porta-Enxerto	Folhas	Raízes	Enxerto	Porta-Enxerto	Folhas	Raízes
1	Haden/Espada	Enxerto	0,020 ^{*1}	0,017 ^{*1}	0,005 ^{*1}	0,005 ^{*2}	0,119 ^{*1}	0,130 ^{*1}	0,166 ^{*1}	0,161 ^{*1}
		Não	0,010 ^{*2}	0,018 ^{*1}	0,006 ^{*2}	0,005 ^{*1}	0,128 ^{*1}	0,121 ^{*1}	0,153 ^{*1}	0,145 ^{*1}
		Porta-Enxerto	0,018 ^{*1}	0,013 ^{*1}	0,005 ^{*1}	0,006 ^{*2}	0,115 ^{*1}	0,129 ^{*1}	0,145 ^{*1}	0,156 ^{*1}
	Haden/Imbú	Enxerto	0,010 ^{*1}	0,006 ^{*2}	0,010 ^{*1}	0,007 ^{*2}	0,122 ^{*1}	0,126 ^{*1}	0,144 ^{*1}	0,147 ^{*1}
		Não	0,012 ^{*1}	0,011 ^{*1}	0,013 ^{*1}	0,009 ^{*1}	0,115 ^{*1}	0,121 ^{*1}	0,137 ^{*1}	0,144 ^{*1}
		Porta-Enxerto	0,010 ^{*1}	0,010 ^{*1}	0,009 ^{*1}	0,010 ^{*1}	0,119 ^{*1}	0,121 ^{*1}	0,133 ^{*1}	0,142 ^{*1}
	Haden/Ubá	Enxerto	0,013 ^{*1}	0,017 ^{*1}	0,011 ^{*1}	0,017 ^{*1}	0,095 ^{*1}	0,108 ^{*1}	0,134 ^{*1}	0,131 ^{*1}
		Não	0,023 ^{*1}	0,012 ^{*1}	0,017 ^{*1}	0,010 ^{*1}	0,096 ^{*1}	0,101 ^{*1}	0,131 ^{*1}	0,130 ^{*1}
		Porta-Enxerto	0,012 ^{*1}	0,020 ^{*1}	0,010 ^{*1}	0,017 ^{*1}	0,101 ^{*1}	0,103 ^{*1}	0,124 ^{*1}	0,132 ^{*1}
2	Haden/Ubá	Enxerto	0,030 ^{*1}	0,027 ^{*1}	0,007 ^{*1}	0,008 ^{*1}	0,075 ^{*1}	0,087 ^{*1}	0,111 ^{*2}	0,120 ^{*2}
		Não	0,031 ^{*1}	0,026 ^{*1}	0,009 ^{*1}	0,007 ^{*1}	0,067 ^{*1}	0,082 ^{*1}	0,102 ^{*2}	0,099 ^{*2}
		Porta-Enxerto	0,026 ^{*1}	0,029 ^{*1}	0,007 ^{*1}	0,008 ^{*1}	0,086 ^{*1}	0,078 ^{*1}	0,095 ^{*2}	0,110 ^{*2}
	Palmer/Ubá	Enxerto	0,046 ^{*1}	0,033 ^{*1}	0,008 ^{*1}	0,009 ^{*1}	0,040 ^{*2}	0,054 ^{*2}	0,115 ^{*1}	0,086 ^{*2}
		Não	0,061 ^{*1}	0,041 ^{*1}	0,008 ^{*1}	0,008 ^{*1}	0,026 ^{*2}	0,051 ^{*1}	0,100 ^{*2}	0,111 ^{*1}
		Porta-Enxerto	0,039 ^{*1}	0,047 ^{*1}	0,008 ^{*1}	0,008 ^{*1}	0,058 ^{*1}	0,039 ^{*1}	0,103 ^{*1}	0,095 ^{*2}
	Tommy Atkins/Ubá	Enxerto	0,066 ^{*1}	0,078 ^{*2}	0,007 ^{*1}	0,007 ^{*1}	ns ^{*5}	ns ^{*5}	0,081 ^{*2}	0,110 ^{*2}
		Não	0,103 ^{*2}	0,060 ^{*1}	0,006 ^{*1}	0,007 ^{*1}	ns ^{*5}	ns ^{*5}	0,141 ^{*1}	0,087 ^{*2}
		Porta-Enxerto	0,057 ^{*1}	0,089 ^{*2}	0,007 ^{*1}	0,006 ^{*1}	0,028 ^{*2}	ns ^{*5}	0,082 ^{*2}	0,126 ^{*1}

^{*1} $R^2 \geq 90\%$ ^{*2} $85\% \leq R^2 < 90\%$

ns^{*5} o parâmetro não foi significativo ($P > 0,05$)

4.5.2. Potássio

Nos dois ensaios os teores de K diminuíram, em todos os órgãos analisados e combinações de tratamentos, com aumento da concentração de NaCl (Tabela 24).

Tabela 24. Estimativas das inclinações de modelos de regressão linear simples do efeito de concentração de NaCl nos teores de potássio (K) em raízes, caule (regiões do enxerto e do porta-enxerto) e folhas de cultivares de mangueiras inoculados com *Ceratocystis fimbriata*. No ensaio 1, avaliaram-se as combinações de ‘Haden’ enxertados em ‘Espada’, ‘Imbú’ ou ‘Ubá’; no ensaio 2, avaliaram-se as combinações de ‘Haden’, ‘Palmer’ ou ‘Tommy Atkins’ enxertados em ‘Ubá’.

Ensaio	Combinação	Inoculação	Enxerto	Porta-Enxerto	Folhas	Raízes
1	Haden/Espada	Enxerto	-0,007 ^{*1}	-0,005 ^{*1}	-0,005 ^{*1}	-0,004 ^{*1}
		Não	-0,004 ^{*1}	-0,007 ^{*1}	-0,004 ^{*1}	-0,006 ^{*1}
		Porta-Enxerto	-0,007 ^{*1}	-0,005 ^{*1}	-0,006 ^{*1}	-0,005 ^{*1}
	Haden/Imbú	Enxerto	-0,001 ^{*2}	-0,003 ^{*2}	-0,004 ^{*1}	-0,005 ^{*1}
		Não	-0,003 ^{*1}	-0,002 ^{*1}	-0,007 ^{*1}	-0,004 ^{*1}
		Porta-Enxerto	-0,002 ^{*1}	-0,003 ^{*1}	-0,004 ^{*1}	-0,006 ^{*1}
	Haden/Ubá	Enxerto	-0,005 ^{*2}	-0,004 ^{*2}	-0,006 ^{*1}	-0,008 ^{*1}
		Não	-0,005 ^{*1}	-0,004 ^{*2}	-0,007 ^{*1}	-0,006 ^{*1}
		Porta-Enxerto	-0,005 ^{*1}	-0,004 ^{*1}	-0,006 ^{*1}	-0,007 ^{*1}
2	Haden/Ubá	Enxerto	-0,006 ^{*1}	-0,005 ^{*1}	-0,011 ^{*1}	-0,009 ^{*1}
		Não	-0,008 ^{*1}	-0,005 ^{*1}	-0,009 ^{*2}	-0,009 ^{*1}
		Porta-Enxerto	-0,005 ^{*1}	-0,007 ^{*1}	-0,009 ^{*1}	-0,009 ^{*1}
	Palmer/Ubá	Enxerto	-0,008 ^{*1}	-0,010 ^{*1}	-0,007 ^{*2}	-0,008 ^{*3}
		Não	-0,009 ^{*1}	-0,008 ^{*1}	-0,008 ^{*3}	-0,008 ^{*1}
		Porta-Enxerto	-0,008 ^{*1}	-0,009 ^{*1}	-0,007 ^{*2}	-0,008 ^{*3}
	Tommy Atkins/Ubá	Enxerto	-0,011 ^{*1}	-0,009 ^{*1}	-0,008 ^{*3}	-0,008 ^{*2}
		Não	-0,007 ^{*1}	-0,010 ^{*1}	-0,006 ^{*1}	-0,008 ^{*3}
		Porta-Enxerto	-0,009 ^{*1}	-0,008 ^{*1}	-0,007 ^{*3}	-0,007 ^{*2}

^{*1} $R^2 \geq 90\%$; ^{*2} $75\% \leq R^2 < 90\%$; ^{*3} $60\% \leq R^2 < 75\%$; ^{*4} $R^2 < 60\%$
^{*5} o parâmetro não foi significativo ($P > 0,05$).

4.5.3. Cálcio

Nos dois ensaios, os teores de Ca tenderam a diminuir em 72% das combinações de tratamentos. Esses teores variaram com o cultivar e os órgãos das plantas analisados em E1. Houve decréscimo nos teores de cálcio nos tecidos correspondente ao enxerto e porta-enxerto para todas os cultivares testados, com exceção do caule do porta-enxerto de ‘Espada’ que não se ajustou ao modelo de regressão linear. Em ‘Imbú’ e ‘Ubá’, houve aumento de cálcio nas folhas e raízes com aumento nos níveis de NaCl. No ensaio 2, em geral, observou-se decréscimo dos teores de cálcio com aumento da concentração de NaCl para todos os tratamentos (Tabela 25).

Tabela 25. Estimativas das inclinações de modelos de regressão linear simples do efeito de concentração de NaCl nos teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg), nitrogênio (N) e fósforo (P) em raízes, caule (regiões do enxerto e do porta-enxerto) e folhas de cultivares de mangueiras inoculados com *Ceratocystis fimbriata*. No ensaio 1, avaliaram-se as combinações de ‘Haden’ enxertados em ‘Espada’, ‘Imbú’ ou ‘Ubá’; no ensaio 2, avaliaram-se as combinações de ‘Haden’, ‘Palmer’ ou ‘Tommy Atkins’ enxertados em ‘Ubá’.

Ensaio	Combinação	Inoculação	Teor de Ca				Teor de Mg				Teor de N				Teor de P			
			Enxerto	Porta-Enxerto	Folhas	Raízes												
1	Haden/Espada	Enxerto	-0.001 ^{*3}	ns ^{*5}	-0.003 ^{*2}	-0.004 ^{*2}	ns ^{*5}	ns ^{*5}	ns ^{*5}	ns ^{*5}	-0.002 ^{*1}	-0.001 ^{*1}	-0.003 ^{*1}	-0.001 ^{*4}	0.002 ^{*2}	0.003 ^{*2}	0.003 ^{*3}	0.001 ^{*4}
		Não	-0.001 ^{*2}	ns ^{*5}	ns ^{*5}	-0.004 ^{*2}	ns ^{*5}	-0.001 ^{*2}	ns ^{*5}	ns ^{*5}	0.002 ^{*2}	0.002 ^{*2}	ns ^{*5}	0.001 ^{*2}				
		Porta – Enxerto	-0.001 ^{*2}	ns ^{*5}	-0.004 ^{*2}	-0.002 ^{*3}	ns ^{*5}	-0.002 ^{*1}	-0.001 ^{*2}	ns ^{*5}	0.001 ^{*2}	0.003 ^{*2}	ns ^{*5}	ns ^{*5}				
	Haden/Imbú	Enxerto	-0.002 ^{*1}	-0.003 ^{*1}	0.002 ^{*2}	0.003 ^{*2}	ns ^{*5}	-0.001 ^{*2}	-0.001 ^{*4}	0.002 ^{*2}	0.001 ^{*3}	ns ^{*5}	0.001 ^{*4}					
		Não	-0.004 ^{*1}	-0.001 ^{*1}	0.004 ^{*1}	ns ^{*5}	-0.004 ^{*2}	0,000 ^{*2}	-0.001 ^{*4}	ns ^{*5}	ns ^{*5}	0.002 ^{*1}	ns ^{*5}	ns ^{*5}				
		Porta-Enxerto	-0.001 ^{*1}	-0.003 ^{*1}	ns ^{*5}	0.003 ^{*2}	ns ^{*5}	ns ^{*5}	-0.001 ^{*2}	ns ^{*5}	-0.001 ^{*1}	ns ^{*5}	-0.001 ^{*2}	ns ^{*5}	0.002 ^{*1}	0.001 ^{*4}	ns ^{*5}	ns ^{*5}
	Haden/Ubá	Enxerto	-0.005 ^{*1}	-0.004 ^{*1}	0.005 ^{*1}	0.004 ^{*1}	ns ^{*5}	ns ^{*5}	ns ^{*5}	ns ^{*5}	-0,014 ^{*1}	-0,007 ^{*2}	0,001 ^{*1}	0,001 ^{*4}	-0,002 ^{*1}	ns ^{*5}	0,001 ^{*4}	0,001 ^{*1}
		Não	-0.002 ^{*3}	-0.004 ^{*1}	0.0022	0.004 ^{*1}	-0,001 ^{*4}	ns ^{*5}	ns ^{*5}	ns ^{*5}	-0,010 ^{*1}	-0,009 ^{*1}	0,001 ^{*2}	0,002 ^{*1}	-0,002 ^{*4}	-0,001 ^{*1}	0,002 ^{*1}	0,001 ^{*1}
		Porta-Enxerto	-0.004 ^{*1}	-0.003 ^{*2}	0.003 ^{*1}	0.003 ^{*1}	ns ^{*5}	ns ^{*5}	ns ^{*5}	ns ^{*5}	-0,001 ^{*1}	-0,009 ^{*1}	0,003 ^{*2}	0,001 ^{*4}	ns ^{*5}	-0,001 ^{*4}	0,001 ^{*2}	0,002 ^{*1}
2	Haden/Ubá	Enxerto	-0.002 ^{*2}	ns ^{*5}	-0.006 ^{*1}	-0.005 ^{*1}	-0,001 ^{*1}	-0,001 ^{*4}	-0,003 ^{*1}	-0,002 ^{*1}	-0,010 ^{*1}	-0,010 ^{*1}	-0,006 ^{*2}	-0,004 ^{*1}	-0,002 ^{*1}	-0,002 ^{*3}	-0,003 ^{*1}	-0,002 ^{*1}
		Não	ns ^{*5}	-0.003 ^{*1}	-0.006 ^{*1}	-0.007 ^{*1}	-0,002 ^{*3}	-0,001 ^{*1}	-0,002 ^{*3}	-0,003 ^{*1}	-0,008 ^{*1}	-0,009 ^{*1}	-0,006 ^{*1}	-0,007 ^{*1}	-0,002 ^{*3}	-0,002 ^{*1}	-0,002 ^{*3}	-0,002 ^{*1}
		Porta – Enxerto	-0.002 ^{*1}	ns ^{*5}	-0.006 ^{*1}	-0.006 ^{*1}	-0,001 ^{*1}	-0,001 ^{*4}	-0,002 ^{*1}	-0,002 ^{*2}	-0,002 ^{*1}	-0,010 ^{*1}	-0,004 ^{*1}	-0,006 ^{*1}	-0,001 ^{*1}	-0,002 ^{*3}	-0,005 ^{*1}	-0,001 ^{*2}
	Palmer/Ubá	Enxerto	ns ^{*5}	ns ^{*5}	-0.007 ^{*1}	-0.007 ^{*1}	ns ^{*5}	-0,002 ^{*3}	-0,001 ^{*2}	-0,002 ^{*3}	-0,010 ^{*1}	-0,004 ^{*2}	-0,006 ^{*1}	-0,006 ^{*1}	-0,004 ^{*1}	-0,002 ^{*3}	-0,001 ^{*2}	-0,002 ^{*4}
		Não	ns ^{*5}	-0.001 ^{*1}	-0.008 ^{*2}	-0.007 ^{*1}	0,001 ^{*4}	ns ^{*5}	-0,002 ^{*4}	-0,001 ^{*2}	-0,002 ^{*2}	-0,009 ^{*1}	-0,005 ^{*1}	-0,002 ^{*2}	-0,004 ^{*1}	-0,003 ^{*1}	ns ^{*5}	ns ^{*5}
		Porta-Enxerto	-0.001 ^{*1}	ns ^{*5}	-0.007 ^{*1}	-0.008 ^{*1}	ns ^{*5}	ns ^{*5}	-0,001 ^{*1}	-0,002 ^{*4}	-0,006 ^{*1}	-0,004 ^{*1}	-0,004 ^{*1}	-0,005 ^{*1}	-0,003 ^{*1}	-0,003 ^{*2}	-0,001 ^{*1}	-0,001 ^{*4}
	Tommy Atkins/Ubá	Enxerto	-0.002 ^{*2}	-0.002 ^{*4}	-0.008 ^{*2}	-0.008 ^{*2}	0,001 ^{*2}	0,002 ^{*2}	-0,002 ^{*3}	-0,001 ^{*4}	-0,005 ^{*1}	ns ^{*5}	-0,002 ^{*3}	-0,004 ^{*1}	-0,004 ^{*1}	-0,006 ^{*1}	-0,003 ^{*3}	ns ^{*5}
		Não	-0.002 ^{*1}	-0.002 ^{*1}	-0.006 ^{*2}	-0.007 ^{*2}	0,006 ^{*1}	0,001 ^{*1}	ns ^{*5}	-0,002 ^{*3}	ns ^{*5}	-0,001 ^{*4}	-0,001 ^{*4}	-0,007 ^{*2}	-0,008 ^{*1}	-0,004 ^{*1}	ns ^{*5}	-0,003 ^{*3}
		Porta-Enxerto	-0.002 ^{*1}	-0.002 ^{*1}	-0.008 ^{*2}	-0.007 ^{*2}	0,001 ^{*1}	0,004 ^{*1}	-0,002 ^{*3}	-0,001 ^{*4}	-0,002 ^{*1}	ns ^{*5}	-0,009 ^{*1}	-0,002 ^{*4}	-0,003 ^{*1}	-0,007 ^{*1}	-0,002 ^{*3}	ns ^{*5}

*1 $R^2 \geq 90\%$; *2 $75\% \leq R^2 < 90\%$; *3 $60\% \leq R^2 < 75\%$; *4 $R^2 < 60\%$

ns^{*5} o parâmetro não foi significativo ($P > 0,05$).

4.5.4. Magnésio

Nos dois ensaios, os teores de Mg tenderam a diminuir em 69% das combinações de tratamentos. Não se obteve ajuste de regressão linear simples para esses teores em função da concentração de NaCl em raiz, folha, caule do porta-enxerto e enxerto em E1. Em E2, os teores foliares de Mg e nas raízes reduziram-se com o aumento na concentração de NaCl em todos os cultivares, inoculados ou não. Em ‘Tommy’, os teores aumentaram no caule, independente se foi porta-enxerto ou enxerto (Tabela 25).

4.5.5. Nitrogênio

Nos dois ensaios os teores de N tenderam a diminuir em 69% das combinações de tratamentos. Esses teores reduziram-se significativamente com o aumento das concentrações de NaCl para todos os cultivares, em ambos os ensaios, com inoculação ou não, independente do órgão da planta avaliado. Em ‘Ubá’, o teor de N aumentou nas raízes e nas folhas (Tabela 25).

4.5.6. Fósforo

Nos dois ensaios, os teores de P tenderam a diminuir em 52% das combinações de tratamentos. Em E1, os teores aumentaram com o aumento da concentração de NaCl, com inoculação ou não, exceto em ‘Ubá’, em que os teores diminuíram no enxerto e no porta-enxerto. Em E2, os teores diminuíram em todos os cultivares, inoculados ou não, nos diferentes órgãos (Tabela 25). Os valores obtidos para ‘Imbú’ não inoculado não apresentaram ajuste significativo para os teores de P do caule do enxerto, das folhas e das raízes. Da mesma forma ocorreu com os valores em ‘Palmer’ não inoculado, ‘Tommy Atkins’ inoculado no porta-enxerto e os valores nas folhas para ‘Espada’ não inoculado. Para ‘Imbú’ inoculado no porta-enxerto e ‘Tommy Atkins’ não inoculado, não se obteve ajuste significativo.

5. DISCUSSÃO

Quanto aos valores de AACPD, constataram-se diferenças de suscetibilidade à seca da mangueira dos cultivares testados. Apesar de se observarem sintomas em todas as mudas inoculadas, em alguns cultivares a intensidade da doença foi menor, como em ‘Ubá’ e ‘Tommy Atkins’. O espectro da resistência varietal a seca da mangueira é grande, e ocorrem diferenças expressivas na resposta, tanto em porta-enxertos (Ribeiro et al., 1986b; Rosseto e Ribeiro, 1990; Rosseto et al., 1996) quanto em enxertos (Ribeiro et al., 1984). Assim considerou-se ‘Ubá’ e ‘Tommy Atkins’ como os menos suscetíveis, o que foi observado no presente trabalho. Os valores de AACPD foram maiores quando se inoculou o porta-enxerto, em todos os cultivares e concentrações de NaCl. *Ceratocystis fimbriata* coloniza principalmente a via do xilema, no fluxo acropetal (Baker, 2004). Assim, quando se inoculou o porta-enxerto, o volume do tecido disponível para colonizar é maior que na inoculação do enxerto. Menores valores de AACPD ocorreram nas maiores (45 e 60 mmol.L⁻¹) concentrações de NaCl. Nessas concentrações, o estresse das plantas é maior, o que provoca redução na abertura estomatal, diminui o fluxo transpiratório e o fluxo do xilema. Conseqüentemente, a expressão de sintomas da doença diminui. Calculou-se a AACPD a partir dos dados de expansão da lesão; diminuindo-se a expansão da lesão, conseqüentemente a AACPD diminui.

A AACPD expressa o avanço dos sintomas de escurecimento dos tecidos causados pela colonização dos vasos do xilema. Outro sintoma da seca da mangueira é a murcha da planta, que normalmente procede ao escurecimento e é atribuída à obstrução, degradação e colapso dos vasos do xilema. Como ocorrido com a AACPD, o local de inoculação e concentração de NaCl afetou os tempos de murcha e morte das plantas. Esses valores foram maiores nas plantas inoculadas no enxerto, tendência oposta à da AACPD. Todas as plantas murcharam e, ao final dos 90 dias de ensaio, havia 100% de mortalidade nas mudas em todos os tratamentos. Os tempos de murcha de ‘Ubá’ e ‘Tommy Atkins’ foram maiores. Mesmo na inoculação no porta-enxerto, com maiores valores de AACPD, os tempos de murcha e morte foram maiores que na inoculação no enxerto. Os tempos de murcha e morte foram maiores nas concentrações de NaCl de 45 e 60 mmol.L⁻¹, concentrações em que houve progresso mais lento da doença. O tempo de murcha relacionou-se ao tempo de morte: as primeiras plantas que murcharam morreram primeiro. Na seca da mangueira, quando ocorre à murcha, a morte é

irreversível, em vista da intensa colonização do tecido vegetal. Considerando a relação murcha-morte, em trabalhos com a doença, pode-se avaliar apenas uma das duas variáveis.

A tendência da taxa de progresso foi similar à da AACPD, quanto ao local de inoculação, concentração de NaCl e cultivares. A taxa também relacionou-se aos tempos de murcha e de morte: estimaram-se maiores valores de taxa de progresso da doença quando os tempos de murcha e de morte foram menores.

Avaliaram-se também variáveis associadas ao crescimento e à fisiologia das plantas. Em geral, nos dois ensaios, os valores de incremento da altura das plantas reduziu-se com o aumento da concentração de NaCl. Já se observou redução da taxa de crescimento, estimados pela altura das plantas, com a adição de NaCl (Schmutz e Ludders, 1993), inclusive com aumento das concentrações de NaCl na solução nutritiva, em porta-enxertos (Schmutz e Ludders, 1999; Mirisola Filho, 2003; e Santos e Souza, 2003). Frequentemente, tem-se adotado a altura de plantas para avaliar o crescimento das plantas e a tolerância à salinidade, pois se correlaciona a massa seca, que expressa o crescimento. O crescimento é o resultado da fotossíntese líquida acumulada ao longo do tempo, da fixação de carbono e da absorção de nutrientes (Yahya, 1998). A salinidade afeta a atividade rítmica do meristema terminal, responsável pelo crescimento e sobre a arquitetura da mangueira, afetando a altura das plantas de manga (Schmutz e Ludders, 1993). Dessa forma, o efeito da salinidade refletiu-se em menor altura das plantas.

Como o ocorrido com a altura, o incremento do diâmetro do caule reduziu-se na presença do NaCl, enquanto que o incremento do diâmetro das plantas não inoculadas e sem NaCl aumentou. A redução no diâmetro do caule de ‘Ubá’ foi maior que o de ‘Haden’ e ‘Tommy Atkins’ com o estresse salino (Mirisola Filho, 2003). Similarmente, o diâmetro do caule reduziu-se em até 50% em porta-enxertos de ‘Espada’ e ‘Ubá’ submetidos a 80mmol.L^{-1} de NaCl em relação as plantas sem estresse salino (Santos e Souza, 2003). Outros autores também reportaram fatos semelhantes em mangueiras (Jindal et al., 1975), abacateiros (Bernstain et al, 2001) e em umbuzeiro (Silva et al., 2008). O estresse salino induz mudanças nos processos relacionados às paredes celulares (Kinraide, 2004). A água reduz a interação entre polímeros da parede celular e facilita a expansão da parede celular (Cosgrove, 1997). Consequentemente, modificações na hidratação da parede celular influenciarão suas propriedades mecânicas, o que pode levar à diminuição do diâmetro do caule em relação as plantas

sadias. Provavelmente, essas modificações serão mais pronunciadas em mangueiras no campo, expostas constantemente e por mais tempo ao estresse salino.

A massa seca das raízes reduziu-se com o aumento nas concentrações de NaCl, fato também observado em plantas de ‘Amarelinha’, ‘Carlotinha’, Espada’ e ‘Ubá’ (Mirisola Filho, 2003; Santos e Souza, 2003). Há também relatos do decréscimo da massa radicular com o aumento da concentração de NaCl em morangueiro (Keutgen e Pawelzik, 2009), cebola (Teerarak et al., 2009) e cajueiro anão (Morais et al., 2007). Associou-se o decréscimo no crescimento radicular ao efeito inibitório do NaCl na divisão celular, com redução do índice de mitose e pelo aumento de aberrações nos cromossomos na mitose (Teerarak et al., 2009). Há outras explicações para a redução do crescimento de raízes sob estresse salino: restrição do crescimento celular, interferência dos íons salinos com a nutrição da planta ou a toxicidade de íons acumulados levando a morte da célula (Cuartero e Fernandez-Muñoz, 1999). A massa seca das raízes não foi eficiente na detecção de diferenças na sensibilidade à salinidade dos cultivares testados, pois não houve diferença entre os cultivares. A parte aérea das plantas é mais sensível ao estresse salino do que nas raízes, em vista dos desequilíbrios de cátions, em consequência da competição de nutrientes com o sódio e cloro e da restrição do transporte de nutrientes nos vasos xilêmicos radiculares ou da translocação destes das raízes para a parte aérea. Mesmo quando o patógeno fica restrito a parte aérea da planta (no presente trabalho não se inoculou o sistema radicular), acredita-se que a seca da mangueira associada ao efeito da salinidade reduziu a massa radicular. Com a evolução da doença, a área foliar diminuiu, acarretando em menor taxa fotossintética, o que leva a menor produção de biomassa das raízes. Os dois fatores, salinidade e doença, atuaram de forma a reduzir a massa seca das raízes.

A massa seca do caule também diminuiu com o aumento das doses de NaCl, fato já observado em plantas de ‘Ubá’ (Mirisola Filho, 2003). O decréscimo na massa seca do caule está associado ao efeito inibitório do NaCl na divisão celular, da toxidez e diminuição do sistema radicular, refletindo em não ganho de massa seca do caule, considerando as porções do porta-enxerto e enxerto. A doença diminuiu a área total fotossintética, que diminuiu a produção de biomassa, reduzindo a massa seca do caule.

Houve também decréscimo da massa seca de folhas com o aumento da salinidade. Provavelmente, redução na massa de folhas associa-se à menor taxa de emissão foliar, à menor área foliar média e à menor área foliar total da planta,

consequência dos estresses por NaCl e pela diminuição da área fotossintética causada pela doença.

Com o aumento da concentração de NaCl, decresceu a massa seca total, o que já foi observado ‘Ubá’ e ‘Espada’ (Santos e Souza, 2003). A seca induz a mangureira ao estresse hídrico, reduz-se a disponibilidade de água, e os tecidos secam. O estresse hídrico induzido pelo patógeno e pela salinidade reduz o crescimento vegetativo dos órgãos da planta, pela redução da assimilação de CO₂ e na divisão e alongamento celulares. Esse efeito é mais evidente na expansão da parede celular, que depende da pressão de turgescência. A redução dessa pressão resulta num desbalanço da quantidade de água na planta, e em redução do crescimento e da produção de matéria seca do caule (Pugnaire et al., 1993). Os efeitos negativos da salinidade sobre o crescimento das plantas devem-se à interferência na assimilação líquida de CO₂ e juntamente com a expressão da doença, reduz o crescimento vegetativo.

Dentre as características fisiológicas, os valores do índice SPAD decresceram na presença do NaCl e/ou do patógeno. Em ambos os ensaios, nas plantas não inoculadas e nas que não receberam NaCl, o índice SPAD foi maior, em vista da não condição de estresse. A redução do índice SPAD pode estar associada aos danos nos mecanismos fotossintéticos causados provavelmente pelo excesso de íons Na⁺ e Cl⁻ e pela diminuição da área foliar causada pela seca da mangureira.

Em geral, em ambos os ensaios, com o estresse salino, os valores de condutância estomática reduziram-se nas plantas inoculadas ou não. Assim, a influência no fechamento estomático pode estar associado a mecanismos de ajustamento osmótico em função das condições de estresse hídrico, iônico e da doença. Acredita-se que *C. fimbriata* obstrui os vasos condutores do xilema, o que interrompe o fluxo acropetal do xilema e causa a seca e morte das plantas. Isso provavelmente implica na função de abertura e fechamento estomático, pois prejudica todo o sistema transpiratório da planta. Apesar de se ter observado redução na condutância estomática, essa não diferenciou os cultivares testados quanto à tolerância à salinidade e a doença, talvez pelo fato da existência de variabilidade dentro destes cultivares.

Quanto aos nutrientes, os teores de Na e Cl aumentaram com o aumento das concentrações de NaCl, em vista da maior disponibilidade de Na⁺ e Cl⁻ na solução nutritiva. Já se evidenciou aumento nos teores de sódio em todos os órgãos da planta de mangureira em função do aumento da concentração de NaCl no substrato (Schmutz e Ludders, 1999). Nas plantas inoculadas, os teores de Na⁺ e Cl⁻ aumentaram com a

presença do patógeno. Acredita-se que ocorreu o aumento das concentrações destes nutrientes, antes mesmo de haver obstrução dos vasos condutores pelo patógeno, e com isso os íons Na^+ e Cl^- foram transportados para a parte aérea. Em nenhum dos cultivares testados, ocorreu exclusão eficiente do Na, característica desejável para um cultivar tolerante ao estresse salino.

O nível de K diminuiu com o aumento da concentração de NaCl, fato observado nos porta-enxertos 'Gomera 1' e 'Gomera 3' (Mirisola Filho, 2003). O decréscimo do teor de K radicular deve-se à exposição direta das raízes ao sal, o que provoca alterações na integridade e permeabilidade da membrana plasamática ao K. Em arroz, a salinidade reduziu o teor de K nas folhas, em decorrência do antagonismo de Na e K (Bohra e Doerfling, 1993). O aumento na concentração de potássio evita o efeito prejudicial do sódio, proporcionando ajuste osmótico e aumento na resistência da planta ao estresse salino. As plantas normalmente requerem grande quantidade de potássio. As células do córtex da raiz, por meio de suas membranas, têm alta afinidade pelo transporte de potássio ou sódio, e esse grau de seletividade pode variar drasticamente com a espécie (Grattan e Grieve, 1992). Há diferenças genotípicas entre os cultivares na absorção do nutriente dentro da planta, podendo haver diferenças na concentração de K dentro da planta. *Ceratocystis fimbriata* coloniza os vasos condutores, impedindo a translocação dos nutrientes móveis (N, P, K, Mg) dentro da planta

Com os teores de Ca, não houve tendência bem definida, em geral, decresceram com aumento da concentração de NaCl, com ou sem inoculação do patógeno. Entretanto, aumentaram nas raízes. Provavelmente, esse aumento decorra do acúmulo de cálcio estrutural, necessário ao reparo e manutenção de membranas desestruturadas pelo excesso de Na. Os teores de Ca nas raízes de plantas de manga aumentaram com aumento da salinidade (Mirisola Filho, 2003) e reduziram em videira (Viana et al., 2001) O Ca tem a função de regular a permeabilidade da membrana plasmática em células de raízes sob estresse salino (Marschner, 1995). Em geral, o aumento da salinidade reduziu a concentração de cálcio na planta. A absorção desse elemento reduziu-se porque o excesso de sódio inibe o movimento radial de cálcio da solução externa para o xilema das raízes. Apesar de Ca ser pouco móvel dentro da planta, *C. fimbriata* colonizou os vasos condutores, o que impediu a translocação do elemento para a parte aérea.

O Mg exerce funções importantes na célula vegetal, como síntese de proteínas e clorofilas, ativação enzimática, fosforilação, fotossíntese, partição do carbono no tecido

vegetal e, em plantas deficientes, a queda na capacidade fotossintética altera o suprimento de fotoassimilados, alterando as relações fonte/dreno (Marschner, 1995). No presente trabalho, o teor de Mg diminuiu com aumento das concentrações de NaCl e presença do patógeno. O decréscimo do teor de Mg nas folhas pode estar relacionado à diminuição da fotossíntese e a competição iônica com o sódio e pelo patógeno, como ocorreu com o K. Em mangueira (Zuazo et al, 2004), milho (Azevedo Neto, 2003) e trigo (Devitt et al., 1984), teores de Mg reduziram-se com aumento da salinidade.

Os teores de N reduziram-se com o aumento da concentração de NaCl, na ausência ou presença do patógeno. Acredita-se que os teores de N são afetados pelo patógeno do mesmo modo que para K. Houve correlação negativa da concentração de N e Cl nas plantas submetidas ao estresse salino (Perez et al, 1993). O incremento na absorção e acúmulo de Cl por causa da adição de NaCl pode ter acompanhado o decréscimo do teor de N nestes ensaios. O estresse salino também atua reduzindo a atividade da nitrato redutase, que ocasiona o decréscimo no teor de N, sendo um dos fatores responsáveis pela redução do crescimento e da produção de biomassa observados neste trabalho. Os nutrientes exercem funções específicas no metabolismo vegetal, afetando o crescimento e desenvolvimento. Com aumento do N, há incremento no desenvolvimento da planta, em vista da maior produção de massa seca, o que caracteriza crescimento vegetativo. Nos dois ensaios, observou-se redução no teor de N, com conseqüente redução no desenvolvimento da planta.

Com os teores de P não houve tendência bem definida. Em geral, decresceram com aumento da concentração de NaCl, na ausência ou presença do patógeno. Provavelmente os teores de P sejam afetados similarmente aos de K pelo patógeno. Com alta concentração de Cl, a disponibilidade de P aumentou em alguns tratamentos, diminuiu ou não se alterou (Fixen, 1993). Sabe-se, também, que a interação da salinidade e a nutrição de fósforo dependem da espécie, do cultivar, do estágio de desenvolvimento, da composição e nível de salinidade e da concentração do elemento no substrato; dependendo das condições experimentais, podem-se obter diferentes resultados (Grattan e Grieve, 1992). Observou-se essa tendência no presente trabalho, que pode ser atribuída aos aspectos mencionados e à variabilidade dos cultivares.

Neste trabalho, estudou-se o comportamento de cultivares de mangueira ‘Espada’, ‘Imbú’ e ‘Ubá’ como porta-enxerto e ‘Haden’, ‘Palmer’ e ‘Tommy Atkins’ como enxerto, submetidos ao estresse salino e à seca da mangueira. Segundo os resultados obtidos, não ocorreu uma combinação porta-enxerto x enxerto mais resistente à doença,

apesar de a combinação 'Ubá'-'Tommy Atkins' ter sido menos sensível. Nas maiores concentrações de NaCl, houve menor intensidade da doença. Considerando que a seca da mangueira é fator limitante à mangicultura em Omã e causa sérios problemas na cultura no Brasil, é vital selecionar cultivares mais resistentes à doença para o sucesso da cultura nesses países. Portanto, demanda-se obter cultivares resistentes e adotar outras medidas de manejo da doença. Em vista do aqui obtido, aparentemente a redução da salinidade não é efetiva. Contudo, devem-se adotar outras medidas culturais e buscar outras estratégias de manejo da doença.

6. CONCLUSÕES

Em vista do presente trabalho, concluiu-se que:

- i. A intensidade da seca da mangueira foi maior nas plantas inoculadas no porta-enxerto do que no enxerto;
- ii. Em todas as plantas inoculadas ocorreram sintomas da doença e, ao final dos ensaios, todas as plantas inoculadas morreram;
- iii. Os cultivares se diferenciaram quanto à sensibilidade ao patógeno e a concentrações de NaCl;
- iv. As plantas em que se usou ‘Ubá’ como porta-enxerto e ‘Tommy Atkins’ como enxerto, foram potencialmente menos sensíveis ao estresse salino e doença;
- v. Ocorreu redução nas variáveis relacionadas ao crescimento vegetativo avaliadas com aumento das concentrações de NaCl para todos os cultivares, inoculados ou não;
- vi. Ocorreu decréscimo do índice SPAD e na condutância estomática em todos os cultivares, que se intensificaram nas concentrações de NaCl maiores que 15 mmol.L⁻¹;
- vii. Ocorreu redução nos teores de N, P, K, Ca, Mg e aumento nos teores de Na e Cl com aumento das concentrações de NaCl, em todos os órgãos das plantas analisados.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL ADAWI, A.O., DEADMAN, M.L., AL RAWAHI, A.K., KHAN, A.J., AL MAQBALI, Y.M. *Diplodia theobromae* associated with sudden decline of mango in the Sultanate of Oman. *Plant Pathology*. 52:419. 2002.

AL ADAWI, A.O., DEADMAN, M.L., AL RAWAHI, A.K., AL MAQBALI, Y.M., AL JAHWARI, A.A., AL SAADI, B.A., AL AMRI, I.S., WINGFIELD, M.J. Aetiology and causal agents of mango sudden decline disease in the Sultanate of Oman. *European Journal of Plant Pathology*. 116:247-254. 2006.

AL SUBHI, A.M., AL ADAWI, A.O., VAN WYK, M., DEADMAN, M.L., WINGFIELD, M.J. *Ceratocystis omanensis*, a new species from diseased mango trees in Oman. *Mycological Research*. 110:237-245. 2006.

AZEVEDO NETO, A.D. Estudos do crescimento e distribuição de nutrientes em plântulas de milho submetidas ao estresse salino. 2003. 134f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Rural de Pernambuco, Recife. 2003.

BAKER, C.J., HARRINGTON, T.C., KRAUS, U., ALFENAS, A.C. Genetic variability and host specialization in the Latin American clad of *Ceratocystis fimbriata*. *Phytopathology*. 93:1274–1284. 2003.

BAKER, C.J., HARRINGTON, T.C. *Ceratocystis fimbriata*. Surrey: CABI Publishing. 2004. 14p.

BARNES, I., ROUX, J., WINGFIELD, B.D., DUDZINSKI, M.J., OLD, K.M., WINGFIELD, M.J. *Ceratocystis pirilliformis*: a new species from *Eucalyptus nitens* in Australia. *Mycologia*. 95:865-871. 2003.

BATISTA, D.C., TERAPO, D., BARBOSA, M.A.G., BARBOSA, F.R. Seca-da-mangueira detecção, sintomatologia e controle. Comunicado Técnico 138: Embrapa, 2008. Disponível em <<http://www.cpatas.embrapa.br>>. Acesso em: 10 janeiro de 2012.

BERGAMIN, A., KIMATI, H., AMORIM, L. Manual de Fitopatologia: princípios e controle. São Paulo: Agronomica Ceres. 1995. 919 p.

BERNSTAIN, N., IOFFE, M., ZILBERSTAIN, M. Salt-stress effects on avocado rootstock growth I. Establishing criteria for determination of shoot growth sensitivity on the stress. *Plant and Soil*. 233:1-11. 2001.

BOHRA, J.S., DOERFFLING, K. Potassium nutrition of rice (*Oryza sativa* L.) varieties under NaCl salinity. *Plant and Soil*. 153:299-303. 1993.

CARVALHO, M.B. Comunicado técnico sobre dois insetos nocivos à mangueira. *Boletim da Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio*. 3:130-132. 1938

CASTRO NETO, M.T., FONSECA, N., SANTOS FILHO, H.P., CAVALCANTE JUNIOR, A.T. Propagação e padrão da muda. *In: GENUÍ, P.J.C., PINTO, A.C.Q (Eds). A cultura da mangueira. Embrapa Informação Tecnológica*. 2002.

CHEESEMAN, L.M. Mechanism of salinity tolerance in plants. *Plant Physiology*. 87: 547-550. 1998.

COSGROVE, D.J. Relaxation in a high-stress environment: The molecular bases of extensible cell and cell enlargement. *Plant Cell*. 9:1031-1041. 1997.

CRONE, J.L. Symptoms, spread, and control of canker stain of plane trees. *Dissertation Abstracts*. 23:1857-1858. 1963.

CUARTERO, J., FERNANDEZ-MUÑOZ, R. Tomato and salinity. *Scientia Horticulturae*. 78:83-125. 1999.

CUNHA, G.A.P., PINTO, A.C.Q., FERREIRA, F.R. Origem, dispersão, taxonomia e botânica. *In: GENUÍ, P.J.C., PINTO, C.A.Q. (Ed. Tecs.). A cultura da mangueira. Embrapa Informação Tecnológica*. 31-36. 2002.

DELFINE, S., ALVINO, A., VILLANI, M.C., LORETO, F. Restrictions to carbon dioxide conductance and photosynthesis in spinach leaves recovering from salt stress. *Plant Physiology*. 119:1101-1106. 1999.

DEVITT, D., STOLZY, L.H., JARBEL, W.M. Response of sorghum and wheat to different K^+/Na^+ ratios at varying osmotic potentials. *Agronomy Journal*. 76:681-688. 1984.

ENGELBRECHT, C.J., HARRINGTON, T.C. Intersterility. morphology and taxonomy of *Ceratocystis fimbriata* on sweet potato, cacao and sycamore. *Mycologia*. 97:57-69. 2005.

FAO. FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION. Disponível em <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Acesso em 18 janeiro 2013.

FERREIRA, F.A, MILANI, D. Diagnose visual e controle das doenças abióticas e bióticas do eucalipto no Brasil. Mogi Guaçu: International Paper. 2002. 104p.

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

FIXEN, P.E. Crop responses to chloride. *Advances in Agronomy*. 50:107-150. 1993.

GALLI, J.A., MARTINS, A.L.M., ITO, M.F., BRAGHINI, M.T., NARITA, N., ROSSETTO, C.J. Seca-da-Mangueira XII. Sobrevivência de variedades poliembriônicas. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 33:1119-1126. 2011.

GARCIA-SANCHEZ, F., JIFON, J.L., CARVAJAL, M., SYVERTSEN, J.P. Gas exchange, chlorophyll and nutrient contents in relation to Na⁺ and Cl⁻ accumulation in Sunburst mandarin grafted on different rootscks. *Plant Science*. 162:705-712. 2002.

GRATTAN, S.R, GRIEVE, C.M. Mineral element acquisition and growth response of plants grown in saline environments. *Agriculture, Ecosystems e Environment*. 38:275-300. 1992.

GOITIA, W., ROSALES, C.J. Relacion entre la incidencia de escolitidos y la necrosis del cacao en Aragua. *Manejo Integrado de Plagas*. 62:65-71. 2001.

HALSTED, B.D., FAIRCHILD, D.G. Sweet-potato black rot. *Journal of Mycology*. 7: 1-11. 1981.

HARRINGTON, T.C. Host specialization and speciation in the American wilt pathogen *Ceratocystis fimbriata*. *Fitopatologia Brasileira*. 25:262-263. 2000.

HASEGAWA, P.M., BRESSAN, N.A., ZHU, J.K., BOHNERT, H.J. Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*. 5:463-499. 2000.

HERRALDE, F., BIEL, C., SAVÉ, R., MORALES, M.A., TORRECILLAS, A., ALARCÓN, J.J., SANCHEZ-BLANCO, M.J. Effect of water and salt stress on the growth, gas exchange and water relations in *Agryranthemum coronopifolium* plants. *Plant Science*. 139:9-17. 1998.

HINDS, T.E. Insect transmission of *Ceratocystis* species associated with aspen cankers. *Phytopathology*. 62:221-225. 1972.

HOAGLAND, D.R., ARNON, D.I. The water culture method for growing plants without soil. *California Agricultural Experimental Station Circular*. 347:1-32. 1958.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda>>. Acesso em: 10 dezembro. 2011.

JINDAL, P.C.; SIGH, J.P.; GUPTA, O.P. Screening of mango seedlings for salt tolerance. *Haryana Journal of Horticultural Sciences*. 4:112-115. 1975.

JOHNSON, J.A., HARRINGTON, T.C. ENGELBRECHT, C.J.B. Phylogeny and taxonomy of the North American clade of the *Ceratocystis fimbriata* complex. *Mycologia*. 97:1067-1092. 2005.

KEUTGEN, A.J., PAWELZIK, E. Impacts of NaCl stress on plant growth and mineral nutrient assimilation in two cultivars of strawberry. *Environmental and Experimental Botany*. 65:170-176. 2009.

KINRAIDE, T.B. Possible influence of cell walls upon ion concentrations at plasma membrane surfaces. Toward a comprehensive view of cell-surface electrical effects upon ion uptake, intoxication, and amelioration. *Plant Physiology*. 136:3804-3813. 2004.

KHANZADA, M.A., LODHI, A.M., SHAHZAD, S. Pathogenicity of *Lasiodiplodia theobromae* and *Fusarium solani* on mango. *Pakistan Journal of Botany*. 36:181-189. 2004.

LU, C., ZHANG, J. Thermostability of photosystem II is increased in salt-stressed sorghum. *Australian Journal of Plant Physiology*. 25:317-324. 1998.

MALIK, M.T., KHAN, S.M., DASTI, A.A., KAZMI, M.R. First record of *Ceratocystis fimbriata* causal organism of mango sudden death in Pakistan. *Pakistan Journal of Phytopathology*. 17:187-191. 2005.

MANICA, I. Propagação. In: MANICA, I. Manga: tecnologia, produção, agroindústria e exportação. Porto Alegre: Cinco Continentes. 2001. 617p.

MARIN, M., CASTRO, B., GAITAN, A., PREISIG, O., WINGFIELD, B.D., WINGFIELD, M.J. Relationships of *Ceratocystis fimbriata* isolates from Colombian coffee-growing regions based on molecular data and pathogenicity. *Phytopathology*. 151:395-405. 2003.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. San Diego: Academic Press. 1995. 889p.

MENGEL, K., KIRKBY, E.A. Principles of plant nutrition. 5.ed. New York: Kluwer Academic Publisher. 2001. 864p.

MIRISOLA FILHO, L.A. Tolerância de sete cultivares de mangueira ao estresse salino. 2003. 129 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa. 2003.

MOLER, W.J., DE VAY, J. Carrot as a species-selective isolation medium for *Ceratocystis fimbriata*. *Phytopathology*. 58:123-124. 1968.

MORAIS, D.L., VIÉGAS, R.A., SILVA, L.M.M., LIMA JÚNIOR, A.R., COSTA, R.C.L., ROCHA, I.M.A., SILVEIRA, J.A.G. Acumulação de íons e metabolismo de N em cajueiro anão em meio salino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 11:125-133. 2007.

MORSY, M.H. Growth ability of mango cultivares irrigated with saline water. *Acta Horticulturae*. 609:475-482. 2003.

MUNNS R. Physiological processes limiting plant growth in saline soils: some dogmas and hypotheses. *Plant, Cell and Environment*. 16:15-24. 1993.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environment*. 25:239-250. 2002.

MUNNS, R., TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*. 59:651-681. 2008.

NEUMANN, P. Salinity resistance and plant growth revisited. *Plant, Cell and Environment*. 20:1193-1198. 1997.

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

PARIDA, A.K., DAS A.B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 60:324-349. 2005.

PARIDA, A.K., DAS, A.B. Effects of NaCl stress on nitrogen and phosphorous metabolism in a true mangrove *Bruguiera parviflora* grown under hydroponic culture. *Journal of Plant Physiology*. 161:921-928. 2004.

PEREZ, F.A., ESTAN, M.T., SANTA CRUZ, A., BOLARIN, M. Effects of salinity on nitrate, total nitrogen, soluble protein and free amino acid levels in tomato plants. *Journal of Horticultural Science*. 68:1021-1027. 1993.

PINTO, A.C.Q., ROSSETTO, C.J., FALEIRO, F.G. Melhoramento genético da manga: métodos, resultados, limitações e estratégias. *In: Simpósio de manga do Vale do São Francisco*. Juazeiro: Embrapa Semi-Arido. 2005.

PIZZOL, S.J., FILHO, MARTINES J.G., SILVA, T.H.S., GONÇALVES, G. O mercado da manga no Brasil: aspectos gerais. *Preços Agrícolas*. 12:34-35. 1998.

PLAUT, Z. Photosynthesis in plant/crops under water and salt stress. *Handbook of Plant and Crop Physiology*. Arizona: Marcel-Dekker. 1995. 587-603p.

PUGNAIRE, F.I., ENDOLZ, L.S., PARDOS, J. Constraints by water stress on plant growth. *In: PESSARAKLI, P. Handbook of Plant and Crop Stress*. 1993. 247-259p.

RIBEIRO, I.J.A. Seca da mangueira: Agentes causais e estudo da moléstia. *In: Anais do I Simpósio Brasileiro Sobre a Cultura de Mangueira*. 1980. 24-28p.

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

RIBEIRO, I.J.A., ROSSETTO, C.J., DONADIO, A.C., SABINO, J.C., MARTINS, A.L.M., GALLO, P.B. Mango wilt XIV. Selection of mango (*Mangifera indica* L.)

- rootstocks resistant to the mango wilt fungus *Ceratocystis fimbriata*. Acta Horticulturae. 370:159-166. 1995.
- RIBEIRO, I.J.A., ROSSETO, C.J., SABINO, J.C., GALLO, P.B. Seca-da-mangueira VIII. Resistência de porta-enxertos de mangueira ao fungo *Ceratocystis fimbriata* Ell. e Halst. Bragantia. 45:317-322. 1986a.
- RIBEIRO, I.J.A., ROSSETTO, C.J., MARTINS, A.L.M. Seca-da-mangueira IX. Ocorrência de isolado de *Ceratocystis fimbriata* patogênico à cultivar Jasmin de mangueira. Fitopatologia Brasileira. 11:303-304. 1986b.
- RIBEIRO, R.M., RUIZ, J.M., ROMERO, L. Role of grafting in horticulture plants under stress conditions. Food, Agriculture and Environment. 1:70-74. 2003.
- ROSSETO, C.J., RIBEIRO, I.J.A. Seca-da-mangueira XII. Recomendações de controle. Revista de Agricultura. 65:173-180. 1990.
- ROSSETTO, C.J., RIBEIRO, I.J.A., IGUE, T., GALLO, P.B. Seca-da-mangueira XV. Resistência varietal a dois isolados de *Ceratocystis fimbriata*. Bragantia. 55:117-121. 1996.
- SANTOS, J.R., SOUZA, R.F. Efeito do estresse salino no desenvolvimento inicial de mangueira (*Mangifera indica* L.). Magistra. 15:12-19. 2003.
- SCHMUTZ, U., LUDDERS, P. Physiology of saline stress in one mango rootstock. Acta Horticulturae. 341:160-167. 1993.
- SCHMUTZ, U., LUDDERS, P. Effect of NaCl salinity on growth, leaf gas exchange, and mineral composition of grafted mango rootstocks. Gartenbauwissenschaft. 64:60-64. 1999.
- SHANNON, M.C., GRIEVE, C.M., FRANÇOIS, L.E. Whole-plant response to salinity. Plant Environment Interactions. 1994. 199-244p.
- SILVA, E.C., NOGUEIRA, R.J.M.C., ARAÚJO, F.P., MELO, N.F., NETO, A.D.A. Physiological responses to salt stress in young umbu plants. Environmental and Experimental Botany. 63:147-157. 2008.
- SILVA, S.D.V.M., PAIM, M.C., CASTRO, W.M. Cacau “Jaca” resistente a *Ceratocystis fimbriata* na região cacaeira da Bahia. Fitopatologia Brasileira. 29:538-540. 2004.

STEIMEL, J., ENGELBRECHT, C.J.B., HARRINGTON, T.C. Development and characterization of microsatellite markers for the fungus *Ceratocystis fimbriata*. *Molecular Ecology*. 4:215-218. 2004.

SULTANA, N., IKEDA, T., ITOH, R. Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. *Environmental and Experimental Botany*. 42:211-220. 1999.

TEERARAK, M., BHINIJA, K., THITAVASANTA, S., LAOSINWATTANA, C. The impact of sodium chloride on root growth, cell division, and interphase silver-stained nucleolar organizer regions in root tip cells of *Allium cepa* L. *Scientia Horticulturae*. 121:228-232. 2009.

TYLERMAN, S.D., SKERRETT, I.M. Root ion channels and salinity. *Scientia Horticulturae*. 78:175-235. 1999.

VAN WYK M., WINGFIELD, B.D., MARIN, M., WINGFIELD, M.J. New *Ceratocystis* species infecting coffee, cacao, citrus and native trees in Colombia. *Fungal Diversity*. 40:103-117. 2010.

VAN WYK, M., ROUX, J., BARNES, I., WINGFIELD, B.D., LIEW ECY ASSA B., SUMMERELL, B.A., WINGFIELD, M.J. *Ceratocystis polychrome* a new species from *Syzygium aromaticum* in Sulawesi. *Mycology*. 50:273-282. 2004.

VAN WYK, M., AL ADAWI, A.O., WINGFIELD, B.D., AL SUBHI, A.M., DEADMAN, M.L., WINGFIELD, M.J. DNA based characterization of *Ceratocystis fimbriata* isolates associated with mango decline in Oman. *Australasian Plant Pathology*. 34:587-590. 2005.

VAN WYK, M., VAN DER MERWE, N.A., ROUX, J., WINGFIELD, B.D., KAMGAN, G.N., WINGFIELD, M.J. Population genetic analyses suggest that the *Eucalyptus* fungal pathogen *Ceratocystis fimbriata* has been introduced into South Africa. *South African Journal Science*. 102:259-263. 2006.

VAN WYK, M., AL ADAWI, A.O., KHAN, I.A., DEADMAN, M.L., AL JAHWARI, A., WINGFIELD, B.D., PLOETZ, R.C., WINGFIELD, M.J. *Ceratocystis manginecans* sp. nov., causal disease of a destructive mango wilt disease in Oman and Pakistan. *Fungal Diversity*. 27:213-230. 2007.

VIANA, A.P., BRUCKNER, C.H., MARTINEZ, H.E.P., HUAMAN, C.A.M., MOSQUIM, P.R. Características fisiológicas de porta-enxertos de videira em solução salina. *Scientia Agricola*. 58:139-143. 2001.

VIÉGAS, A.P. Seca da Mangueira. *Bragantia*. 19:163-182. 1960.

YAHYA A. Salinity effects on growth and on uptake and distribution of sodium and some essential mineral nutrients in sesame. *Journal of Plant Nutrition*. 21:1439-1451. 1998.

YAMASHIRO, T., MYAZAKI, I. Principais pragas e doenças da mangueira – *Mangifera indica* L. – no estado de São Paulo e métodos atualizados de controle. *O Biológico*. 51:41-50. 1985.

ZHU, J.K. Regulation of ion homeostasis under salt stress. *Current Opinion in Plant Biology*. 6:441-445. 2003.

ZHU, J.K. Salt and drought signal transduction in plants. *Annual Review of Plant Biology*. 53:247-273. 2001

ZUAZO, V.H.D., MARTÍNEZ-RAYA, A., RUIZ, J.A. Salt tolerance of mango rootstocks (*Mangifera indica* L. Cv. Osteen). *Spanish Journal of Agricultural Research*. 1:67-78. 2003.

ZUAZO, V.H.D., MARTINEZ-RAYA, A., RUIZ, J.A., TARIFA, D.F. Impact of salinity on macro and micronutrient uptake in mango (*Mangifera indica* L. Cv. Osteen). *Spanish Journal of Agricultural Research*. 2:121-133. 2004.

ZUAZO, V.H.D., PLEGUEZUELO, C.R.R., TARIFA, D.F. Fruit yield, growth and leaf-nutrient status of mangoes grafted on two rootstocks in a marginal growing area (South-East Spain). *Fruits*. 61:163-170. 2006.