

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

**TOLERÂNCIA DE GENÓTIPOS DE CITROS À SALINIDADE,
EM CULTIVO IN VITRO E HIDROPÔNICO**

FREDSON MOISÉS FIGUEIRA DA PÁTRIA

**CRUZ DAS ALMAS – BA
MARÇO – 2013**

**TOLERÂNCIA DE PORTA-ENXERTOS DE À SALINIDADE CITROS
EM CULTIVO IN VITRO E HIDROPÔNICO**

FREDSON MOISÉS FIGUEIRA DA PÁTRIA

Engenheiro Agrônomo

Dissertação submetida ao Colegiado de Curso de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências Agrárias, Área de Concentração: Agricultura Irrigada e Sustentabilidade dos Sistemas Hidroagrícolas

Orientador: Dr. Maurício Antônio Coelho Filho

Co-Orientador: Dr. Tales Miler Soares

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CRUZ DAS ALMAS – BAHIA – 2013

FICHA CATALOGRÁFICA

P314	<p>Patria, Fredson Moises Figueira. Tolerância de genótipos de citros à salinidade em cultivo in vitro e hodropônico / Fredson Moises Figueira Pátia._ Cruz das Almas, BA, 2013. 163f.; il.</p> <p>Orientador: Maurício Antônio Coelho Filho. Coorientador: Tales Miler Soares.</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.</p> <p>1.Citrus – Cultivo – In vitro. 2.Citrus – Salinidade – Hidroponia. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD: 634.3</p>
------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DO ALUNO
FREDSON MOISÉS FIGUEIRA DA PÁTRIA**

Dr. Maurício Antônio Coelho Filho
Embrapa Mandioca e Fruticultura – CNPMF
(Orientador)

Dr. Francisco Adriano de Carvalho Pereira
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB

Dr. Walter dos Santos Soares Filho
Embrapa Mandioca e Fruticultura-CNPMF

Dissertação homologada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias em.....Conferindo o Grau de Mestre em Ciências Agrárias em.....

DEDICO

Ao meu filho Kleinson António Moisés da Pátria

Mesmo sem poder estar perto de você, estarei sempre ao seu lado espiritualmente

Aos meus avós, irmão, tios, primos
pelo carinho, amizade e estímulo

AGRADECIMENTOS

A Deus

Aos meus pais, António Moisés da Pátria e Maria da Glória Petim Figueira, pelo amor incondicional.

À mãe do meu filho, Neusa Isabel Fabião Machaieie, pela compreensão.

Aos meus avós, Moisés da Pátria e Linda Titos Bande, pela educação que me deram, pela coragem e pelo carinho.

Ao meu irmão, Kelder Tildo Figueira da Pátria, pelo companheirismo e pela presença constante na minha vida.

Ao professor Tales Miler Soares, pela amizade, atenção e exemplo nestes dois anos.

Ao Dr. António da Silva Souza, pelos ensinamentos e confiança em permitir conduzir os trabalhos no Laboratório de Culturas de Tecidos da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

Ao Dr. Maurício António Coelho Filho, mesmo estando longe estive sempre procurando ajudar e engrandecendo os trabalhos.

Ao Núcleo de Engenharia Água e Solo (NEAS), pelas oportunidades que me proporcionaram.

À UFRB, por ter feito parte dos meus sonhos.

À cidade de Cruz das Almas, por ter me acolhido muito bem durante a minha estadia.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de mestrado.

À Embrapa Mandioca e Fruticultura, pela concessão de estágio e auxílio na pesquisa para a realização deste trabalho.

Aos meus colegas Arthur José Mendes Pamponet, Jussimar da Silva Rocha e Kelly Anselmo, minha família adotiva.

Aos meus professores de mestrado Dr. Áureo Silva de Oliveira, Dr. Eugênio Ferreira Coelho, Dr. Francisco Adriano de Carvalho Pereira e Dr. Vital Pedro da Silva Paz, pela dedicação, ensinamentos e empenho na transmissão de conhecimentos.

Aos colegas de pós-graduação Ana Carina Pires, Bruce Jose Motta Pamponet, Jamile de Nascimento, Maria Augusta Bione, Rosângela Ribeiro, Lucyliã Suzart, Murilo Anderson, Djalma Santos e Alexandre Dutra, pela contribuição e amizade.

Aos colegas do Laboratório de Cultura de Tecidos da Embrapa Mandioca e Fruticultura, pela amizade e atenção do dia-a-dia.

A todos meus amigos que contribuíram direta ou indiretamente para a concretização deste trabalho e que porventura não foram citados.

Muito Obrigado
(Khanimambo)

SUMÁRIO

PÁGINA

RESUMO

ABSTRACT

INTRODUÇÃO01

Capítulo 1

CRESCIMENTO, EM CULTIVO IN VITRO, DE GENÓTIPOS DE CITROS
SUBMETIDOS AO ESTRESSE SALINO.....11

Capítulo 2

CRESCIMENTO, EM CULTIVO HIDROPÔNICO, DE GENÓTIPOS DE CITROS
SUBMETIDOS AO ESTRESSE SALINO..... 67

CONSIDERAÇÕES FINAIS139

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1	Lavagem dos frutos com água corrente (a) e vista do corte transversal do fruto para não prejudicar a integridade das sementes.....	18
Figura 2	Introdução de sementes no tubo de ensaio e (b) tubos de ensaios na sala de crescimento.....	20
Figura 3	Média do número de folhas vivas (NFV) dos genótipos de citros cultivados em cultura de tecidos, submetidos à salinidade e avaliados em diferentes períodos de crescimento	24
Figura 4	Evolução de número de folhas vivas de genótipos de citros em diferentes níveis de salinidade (1, 2, 3, 4 e 5 dS m ⁻¹) em função do tempo.....	25
Figura 5	Efeito de níveis de salinidade (dS m ⁻¹) sobre número de folhas vivas (NFV) de genótipos de citros aos 150 dias após a semeadura (DAS).....	26
Figura 6	Efeito de níveis de salinidade (CE _{es} = dS m ⁻¹) sobre o número de folhas vivas de genótipos de citros.....	27
Figura 7	Média do número de folhas mortas (NFM) de genótipos de citros cultivados em cultura de tecidos, submetidos à salinidade e avaliados em diferentes períodos de crescimento	30
Figura 8	Evolução do número de folhas mortas de genótipos de citros em diferentes níveis de salinidades (1, 2, 3, 4 e 5 dS m ⁻¹) em função de tempo.....	31
Figura 9	Efeito de níveis de salinidade (dS m ⁻¹) sobre número de folhas mortas (NFM) de genótipos de citros aos 150 DAS.....	32
Figura 10	Efeito de níveis de salinidade (CE _{es} = dS m ⁻¹) sobre o número de folhas mortas de genótipos de citros	34
Figura 11	Média de altura da planta (AP) de genótipos de citros cultivados em cultura de tecidos, submetidos à salinidade e avaliados em	

	diferentes períodos de crescimento	35
Figura 12	Evolução da altura de planta em diferentes níveis de salinidade (1, 2, 3, 4 e 5 dS m ⁻¹) de diferentes genótipos de citros em função de tempo	36
Figura 13	Efeito de níveis de salinidade (dS m ⁻¹) sobre altura da planta (AP) de genótipos aos 150 dias após semeadura (DAS).....	37
Figura 14	Efeito de níveis de salinidade (CE _{es} = dS m ⁻¹) sobre a altura da planta (AP) de genótipos de citros	39
Figura 15	Média de comprimento da maior raiz (CR) de genótipos de citros cultivados em cultura de tecidos, submetidos à salinidade e avaliados em diferentes períodos de crescimento	40
Figura 16	Evolução do comprimento da maior raiz de genótipos de citros em diferentes níveis de salinidade (1, 2, 3, 4 e 5 dS m ⁻¹) em função de tempo.....	42
Figura 17	Efeito de níveis de salinidade (dS m ⁻¹) sobre comprimento da maior raiz (CR) de genótipos de citros aos 150 DAS	44
Figura 18	Efeito de níveis de salinidade (CE _{es} = dS m ⁻¹) aos 150 DAS sobre o comprimento da maior raiz (CR) de genótipos de citros.....	46
Figura 19	Teste de médias (Scott Knott) para fitomassa seca da parte aérea (FSAÉREA) (g por planta) de genótipos de citros em diferentes níveis de salinidade.	49
Figura 20	Efeito da salinidade (ds m ⁻¹) sobre a fitomassa seca da parte aérea (FSAÉREA) (g) de genótipo de citros	51
Figura 21	Teste de médias (Scott-Knott) para fitomassa seca total (g por planta) de genótipos de citros em diferentes de salinidade	54
Figura 22	Efeito da salinidade (ds m ⁻¹) sobre a fitomassa seca total (FSTOTAL) (g) de genótipos de citros	55
Figura 23	Teste de médias (Scott Knott) para relação raiz parte aérea (RPA) dos genótipos de citros em diferentes níveis de salinidade	57
Figura 24	Efeito da salinidade (ds m ⁻¹) sobre a relação raiz: parte aérea (RPA) de genótipos de citros	59

CAPÍTULO 2

Figura 25	Visão externa (a) e Casa de vegetação onde foi desenvolvido o experimento (b).....	73
Figura 26	Variações diárias de temperatura (a), umidade relativa do ar (b) e evapotranspiração de referência (ET _o) (c), durante o experimento ..	75
Figura 27	Vista da construção dos reservatórios superiores.....	76
Figura 28	Vista dos reservatórios superiores e inferiores instalados no sistema (a) e Bombonas plásticas usadas como reservatórios inferiores de solução nutritiva (b).....	77
Figura 29	Eletrobomba de circulação para movimentação da solução nutritiva (a) e Eletrobomba instalada para o recalque da solução nutritiva (b).....	78
Figura 30	Sustentação do perfil com tijolos (a) e sustentação ao perfil com peças de madeira (b).....	79
Figura 31	Pedaço de tubo que constituía o sistema estravasador para a manutenção da lâmina de solução nutritiva no reservatório superior.....	80
Figura 32	Desenho do sistema hidropônico (a) e Desenho da vista frontal de cada tratamento no sistema hidropônico dotado de reservatório de abastecimento (b)	81
Figura 33	Temporizador analógico ligado à fonte de corrente elétrica.....	82
Figura 34	Vermiculita (a), quartzo (b) e vaso de tronco cone usado para o cultivo (c).....	87
Figura 35	Relação entre a concentração de NaCl e as condutividades elétricas da água (CE _a) esperada e observada.....	89
Figura 36	Temperatura máximo (T _{MAX}) e mínima (T _{MIN}) do ar (a) e umidade relativa do ar (UR) (b) dentro da casa-de-vegetação à altura das plantas durante o experimento.....	93

Figura 37	Comportamento do pH (a) e evolução da solução nutritiva ao longo do experimento em função dos tratamentos. S1, S2, S3, S4, S5 e S6 correspondem aos seguintes níveis de condutividade elétrica da água (b)	95
Figura 38	Consumo hídrico acumulado ao longo do tempo (dos 7 aos 75 DAT) em função da salinidade da água (S1, S2, S3, S4, S5, e S6 representam condutividade elétrica da água.....	96
Figura 39	Consumo hídrico acumulado ao longo do tempo (dos 7 aos 75 DAT) em função da salinidade da água.....	97
Figura 40	Aspecto foliar do limoeiro 'Cravo' (<i>C. limónia</i> Osbeck) no último nível de salinidade da água (4,93 dS m ⁻¹) aos 75 dias após o transplântio-DAT (a) e Aspecto foliar do híbrido TSKC x (LCR x TR)- 059 no último nível de salinidade da água (4, 93 dS m ⁻¹) aos 75 DAT (b).....	99
Figura 41	Efeito de níveis de salinidade em água de solução nutritiva (dS m-1) sobre a altura de planta (AP) de genótipos aos 75 dias após o transplântio.....	105
Figura 42	Efeito de níveis de salinidade da água sobre o número de folhas (NF) de genótipos de citros aos 75 dias após o transplântio.....	111
Figura 43	Efeito de níveis de salinidade da água sobre o diâmetro do caule de genótipos de citros aos 75 dias após o transplântio	115
Figura 44	Efeito dos níveis de salinidade da água sobre a taxa de crescimento relativo em altura da planta (TCRA) entre 15 e 75 dias após o transplântio de diferentes genótipos citros	119
Figura 45	Efeito de níveis de salinidade da água sobre a taxa de crescimento relativo em diâmetro do caule (TCRD) de diferentes genótipos de citros entre 15 e 75 dias após o transplântio.....	121
Figura 46	Efeito de níveis de salinidade da água sobre a massa seca das raízes (MSR) de genótipos de citros aos 75 dias após o transplântio.	125
Figura 47	Teste de médias (Tukey) para relação raiz e parte aérea dos genótipos de citros estudados em cada salinidade.....	129

LISTA TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1	Lista dos genótipos de citros estudados.....	17
Tabela 2	Concentração e quantidades de nutrientes depositados no meio WPM para o preparo de 1 litro de solução de meio de cultivo.....	19
Tabela 3	Resumo da análise de variância do número de folhas vivas (NFV) altura da planta (AP), número de folhas mortas (NFM) e Comprimento da maior raiz (CR) nas épocas de avaliação dos genótipos de citros.....	22
Tabela 4	Resumo da análise de variância de fitomassa seca da raiz, fitomassa seca da parte aérea, fitomassa seca total e relação da raiz e parte aérea, dos genótipos de citros.....	47
Tabela 5	Resumo da avaliação de tolerância ao estresse salino pelo método do rendimento relativo da fitomassa seca total.....	61

CAPÍTULO 2

Tabela 6	Lista dos genótipos de citros estudados.....	83
Tabela 7	Concentração de nutrientes e quantidades de fertilizantes para o preparo de 1 m ³ de solução nutritiva para o cultivo hidropônico de citros.....	80
Tabela 8	Concentração de NaCl aplicado, condutividade elétrica da água (CEa), condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol) e seus respectivos valores de pH (pHSol).....	88

Tabela 9	Resumo da análise de variância de altura de planta, número de folhas e diâmetro de caule nas épocas de avaliação dos genótipos de citros.....	101
Tabela 10	Resultado do teste de média para a variável altura de planta em função de genótipos de citros em diferentes níveis de salinidade da água e ao longo do tempo.....	104
Tabela 11	Resulta Resultado do teste de média para a variável número de folhas em função de genótipos de citros em diferentes níveis de salinidade da água e ao longo do tempo.....	110
Tabela 12	Resultado do teste de média para a variável diâmetro de caule em função de genótipos de citros de diferentes níveis de salinidade da água e ao longo do tempo.....	114
Tabela 13	Resumo da análise de variância para a taxa de crescimento relativo em altura da planta (TCRA) ($\text{cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) e diâmetro do caule (TCRD) ($\text{mm mm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) em diferentes períodos de avaliação em função da salinidade da água (SAL) e do genótipo (GEN).....	117
Tabela 14	Resumo da Análise de variância para massa seca da raiz, massa seca de caule, massa seca de folha, massa seca total, relação raiz e parte aérea e teor de água na parte aérea em função da salinidade da 'água aos 75 DAT.....	122
Tabela 15	Teste de médias (Tukey) para massa seca de raiz (MSR) de genótipos de citros estudados em diferentes níveis de estresse salino aos 75 dias após o transplântio	123
Tabela 16	Teste de médias (Tukey) para massa seca da folha (MSF) (g por planta) de genótipos de citros estudados em diferentes níveis de estresse salino.....	126
Tabela 17	Teste de médias (Tukey) para massa seca total (MST) (g por planta) de genótipos de citros estudados em diferentes níveis de estresse salino	127
Tabela 18	Resumo da avaliação da tolerância à salinidade com base no rendimento relativo da massa seca total.....	131

LISTA APÊNDICES

Apêndice 1	Valores médios de números de folhas vivas em função dos genótipos e da sanidade com teste de média.....	142
Apêndice 2	Valores médios de números de folhas mortas em função dos genótipos e da sanidade com teste de média.....	143
Apêndice 3	Valores médios da altura da planta em função dos genótipos e da sanidade com teste de média.....	144
Apêndice 4	Valores médios de comprimento de maior raiz em função dos genótipos e da sanidade com teste de média.....	145

TOLERÂNCIA DE GENÓTIPOS DE CITROS À SALINIDADE, EM CULTIVO IN VITRO E HIDROPÔNICO

Autor: Fredson Moisés Figueira da Pátria
Orientador: Maurício Antônio Coelho Filho
Co-orientador: Tales Miler Soares

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho avaliar a tolerância à salinidade de genótipos de citros, sob a forma de *seedlings* de origem nucelar ou pés-franco mediante o uso de duas metodologias. Para tanto foram realizados dois experimentos: O primeiro em cultivo in vitro em laboratório e outro em cultivo hidropônico sob ambiente protegido. Os tratamentos foram compostos por dois fatores: níveis de salinidade e genótipos de citros. No cultivo in vitro seis genótipos [1- limoeiro 'Cravo', 2- HTR-69, 3- *Poncirus trifoliata*, 4- TSKC x (LCR x TR)-59, 5- limoeiro 'Volkameriano' e 6- tangerineira 'Cleópatra'] foram submetidos à salinidade, do meio de cultura promovida pela adição de NaCl (S1 0 dS m⁻¹, S2 1dS m⁻¹, S3 2dS m⁻¹, S4 3 dS m⁻¹, S5 4 dS m⁻¹ e S6 5 dS m⁻¹). No cultivo hidropônico três genótipos (1-limoeiro 'Cravo', 2- HTR-069 e 3- TSKC x (LCR x TR)-059) foram submetidos à salinidade também produzido por NaCl (S1 0,30 dS m⁻¹, S2 1,46 dS m⁻¹, S3 2,43 dS m⁻¹, S4 3,57 dS m⁻¹, S5 4,53 dS m⁻¹ e S6 4,93 dS m⁻¹). Foram avaliados número de folhas; altura da planta, número de folhas mortas (no cultivo in vitro) e diâmetro do caule (no cultivo hidropônico). No término do experimento foram também avaliados massa de matéria seca da raiz, do caule, das folhas e toda planta, além da taxa de crescimento relativo da altura da planta e diâmetro do caule (no cultivo hidropônico). Também avaliou-se a relação das massas de matéria seca da raiz e da parte aérea e o teor de água nas folhas (no cultivo hidropônico), sendo este usado para realizar a classificação dos genótipos pelo método de rendimento relativo. No cultivo in vitro os genótipos limoeiro 'Cravo' e limoeiro 'Volkameriano' não foram afetados expressivamente pela salinidade nas variáveis de crescimento e em cultivo hidropônico o genótipo limoeiro 'Cravo' apresentou maior redução relativa para cada acréscimo unitário na CEa (dS m⁻¹) para as variáveis altura de planta, número de folhas, diâmetro de caule, taxa de crescimento relativo de diâmetro de caule e a massa de matéria seca da raiz.

Palavras Chaves: *Citrus* spp, *Poncirus trifoliata*, *seedlings*, vigor de planta.

TOLERANCE GENOTYPES CITRUS TO SALINITY IN VITRO AND HYDROPONIC

Author: Fredson Moisés Figueira da Pátria

Advisor: Maurício Antônio Coelho Filho

Co-adviser: Tales Miler Soares

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the salt tolerance of citrus genotypes, in the form of nucellar seedlings by using two methodologies. Therefore, we performed two experiments: The first in vitro culture in the laboratory and another in hydroponics under protected. The treatments consisted of two factors: salinity levels and genotypes of citrus. In vitro cultivation six genotypes [1 - 'Rangpur' lemon, 2 - HTR-69, 3 - *Poncirus trifoliata*, 4 - x TSKC (LCR x TR) -59, 5 - 'Volkameriano' lemon and 6 - 'Cleopatra' mandarin) underwent salinity culture medium promoted by the addition of NaCl (S1 0 dS m⁻¹, S2 1 dS m⁻¹, S3 2 dS m⁻¹, S4 3 dS m⁻¹, 4 dS m⁻¹ and S6 5 dS m⁻¹). In cultivation hydroponic three genotypes [1 'Rangpur' lemon, 2 HTR-069 and 3 TSKC x (LCR x TR)-059] were also subjected to salinity produced by NaCl (S1 0.30 dS m⁻¹, S2 1.46 dS m⁻¹, S3 2.43 dS m⁻¹, S4 3.57 dS m⁻¹, S5 4.53 dS m⁻¹ and S6 4.93 dS m⁻¹). We evaluated the number of leaves, plant height, number of dead leaves (in vitro culture) and stem diameter (in hydroponics). At the end of the experiment were also evaluated dry weight of root, stem, leaves and whole plant, besides the relative growth rate of plant height and stem diameter (in hydroponics). We also evaluated the relationship of the dry weight of roots and shoots and water content in the leaves (in hydroponics), which is used to perform the classification of genotypes by the method of relative income. In vitro cultivation genotypes 'Rangpur' lemon and 'Volkameriano' were not significantly affected by salinity on growth variables and in hydroponics genotype Rangpur showed greater relative reduction for each unit increase in CEa (dS m⁻¹) for plant height, number of leaves, stem diameter, relative growth rate of stem diameter and dry mass of roots.

Key words: *Citrus* spp, *Poncirus trifoliata*, seedlings, plant vigor

1. INTRODUÇÃO

No Brasil a citricultura representa importante segmento econômico na pauta de produtos agrícolas, não só por seu expressivo valor de produção, como por sua importância na geração de empregos diretos e indiretos. Tal relevância econômica confere ao país o título de maior produtor mundial de citros e de maior produtor e exportador de suco concentrado congelado de laranja (NEVES et al. 2007; FAO, 2012). Seus pomares somam cerca de 270 milhões de plantas, distribuídas por todo o país, com uma área plantada de 843.088 ha em 2010 (FAO, 2012). O Nordeste, por sua vez, detém após o Estado de São Paulo na região sudeste, a citricultura de maior expressão, graças à produção dos estados da Bahia e Sergipe, que hoje praticamente se igualam na produção de citros (FERNANDES, 2011; FAO, 2012).

Os riscos para produção citrícola brasileira, predominantemente de sequeiro, são elevados e podem ser agravados ao se considerar os cenários futuros de mudanças climáticas, principalmente para região Nordeste, mais vulnerável, devido à irregularidade de precipitação aliada às elevadas taxas de evapotranspiração (CRUZ, 2003). Coelho Filho et al. (2010), estudando o impacto do aquecimento global na aptidão da laranjeira no Estado da Bahia, observaram que haverá grande impacto do fenômeno de aquecimento global, significando reduções de até 55% da área apta ao cultivo de sequeiro no ano de 2070. Nesse sentido, para que a Região Semiárida alcance maiores níveis de produção de citros a prática de irrigações complementares é indispensável. Porém, nessa região a formação geológica favorece a escassez de águas superficiais, limitando a implantação de sistemas de produção agrícola, pois os mesmos necessitam de relevantes quantidades de água (SANTOS, 2009). Com a crescente demanda por água, cada vez mais se testemunha a utilização de águas caracterizadas como de qualidade inferior, sejam essas efluentes industriais, efluentes domésticos, efluentes das drenagens urbanas e rurais, esgoto e águas salobras ou salinas (SOARES, 2007).

O requerimento hídrico anual para uma boa produção de frutos em citros é de cerca de 900 mm a 1.200 mm, bem distribuídos ao longo do tempo, variando em função de: (i) demanda relacionada à evapotranspiração, (ii) características do solo, (iii)

variedade copa utilizada, e, principalmente, (iv) variedade porta-enxerto empregada (DONATO et al., 2007). A compreensão do comportamento dos porta-enxertos, das copas e das combinações copas porta-enxertos mais adequadas em diferentes situações é fundamental, uma vez que os porta-enxertos afetam várias características da planta e, de um modo particular, a tolerância aos estresses ambientais (CARBONEAU, 1985; POMPEU JUNIOR, 1991; NOGUEIRA et al., 2001; SOUZA et al., 2001; CERQUEIRA et al., 2004). Águas salobras são comuns nas reservas subterrâneas do semiárido brasileiro. Esse é um aspecto importante, pois, apesar da reconhecida escassez de águas superficiais, há considerável armazenamento de água no subsolo, o que poderia servir ao desenvolvimento agrícola da região (SOARES, 2007).

A produtividade dos pomares no semiárido brasileiro e, conseqüentemente, o agronegócio citrícola nordestino, vêm sofrendo sensível prejuízo pela escassez de água considerada de boa qualidade, o que faz com que os viveiristas recorram a águas com algum nível de salinidade, o que afeta a translocação de minerais no funcionamento fisiológico das mudas e, conseqüentemente, outros processos vitais (MATTOS Jr; 2003). Daí a importância de se produzir porta-enxertos tolerantes a estresse salinos, pois as águas salobras vêm diminuindo a produtividade de viveiros e pomares cítricos nos últimos anos.

Assim, é natural que a pesquisa científica brasileira seja apontada para as demandas dos agricultores de culturas importantes para a economia nacional. Devendo-se ponderar também pelo amparo da pesquisa contemplando investigações não apenas sobre as culturas e os sistemas de produção mais importantes, mas também investigações condizentes com momento atual ambiental no Aquecimento Global. Para a região Nordeste, onde se tem a maior extensão do semiárido brasileiro, essa mudança de estratégia deve ser especialmente dirigida visando se atingir uma agricultura com base no uso de genótipos tolerantes aos estresses hídrico e salino e no aproveitamento de fontes alternativas de recursos hídricos (SOARES, 2007).

Essa escassez quantitativa e qualitativa de água para a agricultura da região Nordeste faz com que haja necessidade de alternativas de sistemas produtivos. A micropropagação (cultivo in vitro) pode ser a de maior impacto na agricultura,

principalmente por permitir a produção de plantas em larga escala, o que poderá constituir uma alternativa para a indústria de biofábricas da região, como multiplicadoras de porta-enxertos tolerantes, que vai ao encontro da necessidade de utilização de porta-enxertos adaptados à Região Semiárida.

A utilização do cultivo hidropônico como alternativa no uso de águas salobras e como alternativa para a seleção de porta-enxertos não está sendo evidenciada nas referências nacionais e internacionais. Ao contrário, sempre se indica para o uso em culturas anuais, o que pode ser atribuído à falta de informações e também à tentativa de tornar mais seguro o investimento. Nesse particular, é importante evidenciar essa técnica, visto que agrega várias vantagens como a precocidade de produção de mudas e nos geral e a nutrição equilibrada, o que pode ser condizente com o desenvolvimento de uma metodologia de seleção de porta-enxertos mais precoce e eficiente para o melhoramento genético de plantas.

Deste modo, o presente trabalho foi elaborado e desenvolvido visando atender demandas de produtores de citros quanto a obtenção de soluções para a utilização de águas de qualidade inferior no Nordeste. Espera-se demonstrar a viabilidade técnica na produção in vitro e no cultivo hidropônico na seleção e produção de porta-enxertos, o que de certa maneira ajudaria aos melhoradores genéticos de centros de pesquisas.

Será possível ainda ao se combinar os resultados das duas atividades aqui tratadas aumentar o conhecimento quanto às características fisiológicas e morfológicas dos genótipos de citros avaliados relacionadas à tolerância à salinidade de água, informações de extrema relevância para os trabalhos de desenvolvimento de variedades em programas de melhoramento genético de citros.

1.1 SALINIDADE EM CITROS

Muitos estudos foram desenvolvidos com plantas cítricas submetidas à salinidade, ressaltando a sensibilidade da cultura e a necessidade de obtenção de materiais genéticos, especificamente porta-enxertos, potencialmente adaptados (STOREY e WALKER, 1999; MURKUTE et al., 2005).

Os efeitos da acumulação excessiva dos sais solúveis sobre as plantas manifestam-se por severas reduções de crescimento e respostas fisiológicas relacionadas à permeabilidade da membrana citoplasmática, atividade de troca hídrica, condutância estomática, fotossíntese e equilíbrio iônico (SHANON & GRIEVE, 1999; NAVARRO et al., 2003; CABANERO et al., 2004; DIAS & BLANCO, 2010). Embora algumas plantas possuam mecanismos de ajuste osmótico e consigam sobreviver a determinados níveis de salinidade, o fato é que quanto maior a salinidade mais rapidamente a planta entra em condições de estresse salino, provocando o fechamento dos estômatos, reduzindo a fotossíntese e diminuindo a translocação de nutrientes da raiz para parte aérea (SILVA, 2002). No entanto, existem dois grupos de mecanismos de tolerância: (1) tolerância individual das células, envolvendo, por exemplo, a compartimentação intracelular e sinalização bioquímica, e (2) tolerância envolvendo o controle da absorção e transporte interno de sais e o acúmulo de Na^+ no interior da planta (TESTER & DAVENPORT, 2003; DIAS & BLANCO, 2010).

A importância de porta-enxertos tolerantes ao estresse salino relaciona-se a possibilidade de viabilizar o uso de águas de baixa qualidade e de solos salinos, principalmente na região Nordeste, a exemplo do que se dá na citricultura brasileira, predominantemente sobre um único porta-enxerto, o limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) (SINGH et al. 2003., FERNANDES, et al 2011) considerado como tolerante à salinidade (FAGERIA & GHEYI, 1997). A maior tolerância ao sal de porta-enxertos, tais como limoeiro 'Cravo' e tangerineira 'Cleópatra' (*Citrus resnhi* hort. Ex Tanaka), está associado à sua capacidade de limitar a acumulação de Na^+ e Cl^- nas folhas (STOREY & WALKER, 1999). Embora essa preferência seja compreensível, já que as características do 'Cravo' satisfazem tanto aos viveristas quanto aos citricultores, devido à sua característica de ser tolerante à seca, pela predominância da citricultura

de sequeiro, e à sua rusticidade e precocidade na produção (STUCHI et al. 1996); surge o risco de surgimento de doenças e de distúrbios de outras naturezas, o que provocaria prejuízos imensuráveis à citricultura (SINGH et al., 2003). Para Fernandes et al. (2011), dentre os genótipos cuja utilização tem sido incrementada ultimamente, o limoeiro 'Volkameriano' (*Citrus volkameriana* V. Dez & Pasq.) tem sido o menos sensível ao estresse salino.

Para Adnan (2004), em plantas cítricas observa-se uma redução gradual do potencial osmótico quando estas são submetidas a níveis de salinidade, destacando-se os mecanismos de adaptação fisiológicos, exclusão de íons e ajustamento osmótico. Para diversos mecanismos o grau de sua relativa importância varia entre as espécies de plantas, entre cultivares da mesma espécie e, em certos casos, entre partes da mesma planta (EPSTEIN & BLOOM, 2006). Fageria & Gheyi (1997) e Flowers & Flowers (2005), afirmam que a tolerância à salinidade em diversas plantas dá-se pela capacidade de absorção de nutrientes essenciais no meio salino quando se depositam concentrações elevadas de íons tóxicos em relação aos íons essenciais; como exemplo em meio salino com elevada concentração de Na^+ e superior a de K^+ , a relação entre ambos (Na/K) em plantas que crescem neste tipo de meio é relativamente igual a um ou menos. A característica de elevada capacidade de absorver K^+ é verificada em várias espécies de plantas.

Os cítricos são considerados bastante sensíveis à salinidade (MAAS, 1993), devido especificamente à toxicidade dos íons de Cl^- e/ou Na^+ (COLE, 1985). Os efeitos da salinidade em citros podem ser evidenciados por diferentes caracteres, dentre os quais o número de folhas vivas na planta, o comprimento radicular, a ramificação, a altura da planta, em um dado nível de salinidade, classificando-se assim os genótipos em tolerantes, moderadamente tolerantes ou moderadamente suscetíveis e susceptíveis. A redução na produção de matéria seca em certo nível de salinidade em relação à testemunha considera-se como um dos mais importantes referenciais para a avaliação (MARSCHNER, 1995; FAGERIA & GHEYI, 1997 e LACERDA 2000).

Azevedo (2003), ressaltando características dos principais porta-enxertos utilizados no Nordeste brasileiro quanto à tolerância a salinidade, verificou que o limoeiro 'Rugoso' (*C. jambhiri* Lush.) apresenta boa tolerância à seca e moderada à

salinidade; as tangerineiras ‘ Tangerineira ‘Cleópatra’ e ‘ Sunki ’ [C. sunki (Hayata) hort. Ex Tanaka] também apresentam boa tolerância à seca, destacando-se dos porta-enxertos comerciais a tangerineira ‘ Tangerineira ‘Cleópatra’ ’ como a mais tolerante à salinidade. No entanto, classificou cintrumelo ‘ Swingle ’ [C. paradisi Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.] com uma tolerância moderada à seca, à salinidade e ao declínio dos citros, bem como tolerante à morte súbita dos citros.

Brito (2007), verificou que os híbridos TSKC x CTSW – 064, TSKC x CTSW-031, TSKC x CTC25- 013 e o limoeiro ‘Cravo’ ‘ Santa Cruz ’ comportaram-se como tolerantes à salinidade avaliando em solo em casa de vegetação. Soares et al. (2006), estudando o efeito da salinidade irrigando com águas salinas três porta-enxertos de citros (limoeiro ‘Cravo’, tangerina ‘Cleópatra’ e citrumelo ‘Swingle’) verificaram pouco efeito da salinidade, relacionado a um período de tempo curto de estabelecimento do experimento.

Cruz et al. (2003) avaliando o efeito de quatro níveis da salinidade (0, 20, 40 e 80 mM de NaCl), considerando parâmetros fisiológicos e de crescimento do limoeiro ‘Cravo’, verificaram uma redução na produção da matéria seca da parte radicular e do caule em níveis intermediários (20 e 40 mM de NaCl), não afetando área foliar e a matéria seca das folhas; o efeito só ocorreu no último nível de salinidade (80 mM). Com o aumento dos níveis da salinidade observou-se uma redução na condutância estomática, na transpiração e na temperatura foliar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADNAN, A.Y., Influence of salinity on citrus: A review paper. **Central European agriculture Journal**, v.5, n.4, p.23-37, 2004.

ANUÁRIO Brasileiro da Fruticultura. **Brazilian Fruit Yearbook**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, p 136. 2008.

AZEVEDO, C.L.L., Sistema de produção de citros para o Nordeste. Embrapa Mandioca e Fruticultura: Cruz das Almas, BA. Sistema de produção. Versão eletrônica. 2003. <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Citros/Nordeste.htm>.

Acesso em 12/10/2012

BRITO, M. E. B., Tolerância de porta-enxertos de citros à salinidade. UFCG, Campina Grande. 2007. Dissertação (Mestrado em engenharia agrícola).

CABANERO, F. J.; MARTINEZ, V.; CARVAJAL, M. Does calcium determine water uptake under saline conditions in pepper plants, or is it water flux, which determines calcium uptake. **Plant science**, v. 166, p. 443-450, 2004.

CARBONEAU, A. The early selection of grapevine rootstocks for resistance to drought conditions. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.36, p.195-198, 1985.

CERQUEIRA, E.C.; CASTRO NETO, M.T.; PEIXOTO, C. P. Resposta de porta-enxertos de citros ao déficit hídrico. **Revista Brasileira Fruticultura**, v.26, n.3, p.515-519, 2004

CRUZ, J. L.; PELACANI, C. R.; SOARES FILHO, W.S.; CASTRO NETO, M. T.; COELHO, E. F.; DIAS, A. T.; PAES, R. A. Produção e partição de matéria seca e abertura estomática do limoeiro 'Cravo' submetido a estresse salino. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 528-531, 2003.

COELHO FILHO, M. A.; SILVA, O. S. M da; SILVA, T. S. M. da. Impacto do aquecimento global na aptidão da laranjeira no Estado da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21, Natal. Frutas: saúde, inovação e responsabilidade: anais. Natal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2010.

COLE, P.J., Chloride toxicity in citrus. **Irrigation Science**, v. 6, n. 1, p. 63- 71, 1985.

DIAS, N. S.; BLANCO, F.F. Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. In: Manejo da salinidade na agricultura: Estudos Básicos e Aplicados. INCTsal. 2010, p.130-140.

DONATO et al. Respostas de combinações de variedades copa e porta-enxerto de citros à deficiência hídrica. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v.42, n.10, p.1507-1510. 2007.

EPSTEIN, E., BLOOM, A.J., *Nutrição mineral de plantas: Princípios e perspectivas*. 2ªed. Londrina: Editora Planta. p. 403. 2006.

FAGERIA, N. K. & GHEYI, H.R., Melhoramento genético das culturas e seleção de cultivares. In: GHEYI, H.R., QUEIROZ, J.E., MEDEIROS, J.F. Manejo e controle da salinidade na agricultura. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997, p. 363- 383

FAO, 2012, <http://faostat.fao.org/default.aspx> , Acessado em 19/12/2012.

FERNANDES, P.D, BRITO, M.E.B., GHEYI, H.R., FILHO, W.S.S., MELO, A.S., CARNEIRO, P.T. Crescimento de híbridos e variedades porta-enxerto de citros sob salinidade. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n.2, p. 259-267, 2011

FLOWERS, T.J., FLOWERS, S.A. Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders? **Agricultural water management**, v.78, n.1, p.15- 24, 2005.

IBGE. **Produção agrícola municipal 2004**. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_Agricola_Municipal,5/2005.

LACERDA, C. F., Crescimento e acúmulo de solutos orgânicos e inorgânicos em dois genótipos de sorgo forrageiros submetidos a estresse salino. UFV, 2000, Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal).

MAAS, E.V., HOFFMAN, G.J., Crop salt tolerance. Current assessment. *Journal of the irrigation and drainage division, American Society of Civil Engineers*. v. 103, p. 115-134, 1977.

MAAS, E. V. Salinity and citriculture. **Tree physiology**. Vol.12.p.195-216.1993

MATTOS JUNIOR, D., BATAGLIA, O.C., QUAGGIO, J.A. Nutrient content of biomass components of Hamlin sweet orange trees. **Science Agriculture**, v.60, p.155-160, 2003.

MURKUTE, A. A.; SHARMA, S.; SINGH, S. K. Citrus in terms of soil and water salinity: a review. **Journal of Scientific and Industrial Research**, v. 64, n. 6, p. 393-402, 2005.

NAVARRO, J.M.; GARRIDO, C.; MARTINEZ, V.; CARVAJAL, M. Water relations and xylem transport of nutrients in pepper plants grown under two different salts stress regimes. **Plant growth regulators**, v. 41, p. 237-245, 2003.

NEVES, M.F., JANK, M.S., LOPES, F.F., TROMBIM, V.G., FAVA, B.B., BRUGNARO, R. Perspectivas da cadeia produtiva da laranja no Brasil: A agenda 2015. Instituto de Estudos de Comércio e Negociações Internacionais. 2006. p 3.

NOGUEIRA, R.J.M.C.; MORAES, J.A.P.V.; BURITY, H.A. Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleiras submetidas a déficit de água. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.13, p.75-87, 2001.

POMPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos. In: RODRIGUES, O.; VIEGAS, F.C.; POMPEU JUNIOR, J.; AMARO, A.A. (Ed.). Citricultura Brasileira, 2.ed, Campinas, Fundação Cargill, v.1, p.265-280. 1991.

SANTOS, A. N. Rendimento e avaliação nutricional do cultivo hidropônico de alface (*Lactuca sativa* L.) em sistema nft no semi-árido brasileiro utilizando águas salobras. UFRPE, Recife. 2009, Dissertação (mestrado).

SHANNON, M.C; GRIEVE, C. M. Tolerance of vegetable crops to salinity. **Science horticulture**, v. 78, p.5-38, 1999

SILVA, E.F.F. Manejo da fertirrigação e controle da salinidade na cultura do pimentão utilizando extratores de solução do solo. p. 136. 2002.

SINGH, A.; SAINI, M. L.; BEHL, R. K. Screening of citrus rootstocks for salt tolerance in semi-arid climates. **A review. Tropics**, v. 13, n. 1, p. 53-66, 2003.

SOARES, T.M., DUARTE, S.N., GRAF, C.C.D., ZANETTI, M., ZOCCHI, S.S., Produção de mudas cítricas utilizando águas salinas. **Irriga**, v.10, n. 3, p. 288- 298, 2006.

SOARES, T. M. Utilização de águas salobras no cultivo da alface em sistema hidropônico NFT como alternativa agrícola condizente ao semi-árido brasileiro. ESALQ, Piracicaba, 2007 Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem).

SOUZA, C. A. S.; DIAS, L. A. S. Melhoramento ambiental e sócio-economia. In: DIAS, L. A. S. (Ed) **Melhoramento Genético do Cacaueiro**. Editora Folha de Viçosa Ltda, Viçosa. p. 1-47, 2001.

STOREY, R.; WALKER, R.R. Citrus and salinity. Amsterdam: **Elsevier Scientific, Scientia horticulturae**, v.78, p.39-81, 1999.

STUCHI, E.S., SEMPIONATO, O.R. SILVA, J.A.A. da. Influência dos porta-enxertos na qualidade dos frutos cítricos. **Laranja**, v.17, n. 1, p.159-178, 1996.

TESTER, M.; DEVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of botany**, v. 91, n.5, p.503-527, 2003.

CAPÍTULO 1

CRESCIMENTO, EM CULTIVO IN VITRO, DE GENÓTIPOS DE CITROS SUBMETIDOS AO ESTRESSE SALINO

Crescimento, em cultivo in vitro, de genótipos de citros submetidos ao estresse salino

Autor: Fredson Moisés Figueira da Pátria

Orientador: Maurício Antônio Coelho Filho

Co-orientador: Tales Miler Soares

RESUMO:

Com objetivo de se avaliar a tolerância à salinidade de genótipos de citros à salinidade, sob a forma de seedlings de origem nucelar, foi realizado um experimento no Laboratório de Cultura de Tecidos da Embrapa Mandioca e Fruticultura, localizado no Município de Cruz das Almas-BA. Os tratamentos foram compostos por dois fatores, sendo seis níveis de salinidade, S1 0 dS m⁻¹, S2 1 dS m⁻¹, S3 2 dS m⁻¹, S4 3 dS m⁻¹, S5 4 dS m⁻¹ e S6 5 dS m⁻¹ e seis genótipos '1'- limoeiro 'Cravo', '2'- HTR-069, '3'- *Poncirus trifoliata*, '4'- TSKC x (LCR x TR)-059, '5'- limoeiro 'Volkameriano' e '6'- tangerineira 'Cleópatra'. O delineamento foi inteiramente casualizado, com 20 repetições, sendo a unidade experimental composta por uma planta, em tubo de ensaio de 25 mm x 150 mm, utilizando-se o meio cultura WPM (Woody Plant Medium), durante um período de 150 dias. Fez-se avaliações a cada 30 dias, a partir da emergência das plântulas, medindo-se número de folhas vivas, número de folhas mortas, altura da planta e comprimento da maior raiz. No término do experimento foram também avaliadas massa de matéria seca da parte radicular, da parte aérea, de toda a planta e a relação raiz parte aérea. Classificou-se os genótipos pelo método de rendimento relativo. Os genótipos limoeiro 'Cravo' e limoeiro 'Volkameriano' não foram afetados expressivamente pela salinidade nas variáveis de crescimento. Os genótipos de citros estudados foram classificados em: tolerante (T) foi *Poncirus trifoliata*; moderadamente tolerantes (MT) TSKC x (LCR x TR)-059 e limoeiro 'Volkameriano'; moderadamente sensíveis (MS) limoeiro 'Cravo' e HTR-69 e sensível (S) tangerineira 'Cleópatra'.

Palavras Chaves: Citrus ssp, *Poncirus trifoliata*, seedlings, vigor de planta

Growth in vitro cultivation of citrus genotypes subjected to salt stress

Author: Fredson Moisés Figueira da Pátria

Advisor: Maurício Antônio Coelho Filho

Co-adviser. Tales Miler Soares

ABSTRACT: In order to evaluate the salt tolerance of citrus genotypes to salinity, in the form of nucellar seedlings, an experiment was conducted in the Laboratory of Tissue Culture of Embrapa Cassava & Fruits, located in the Municipality of Cruz das Almas, Bahia . The treatments consisted of two factors, six salinity levels, S1 0 dS m⁻¹, S2 1 dS m⁻¹, S3 2 dS m⁻¹, S4 3 dS m⁻¹, S5 4 dS m⁻¹ and S6 5 dS m⁻¹ genotypes and six 1- 'Rangpur' lemon , 2 - HTR-069, 3- *Poncirus trifoliata*, 4 - TSKC x (x LCR TR) -059, 5- 'Volkameriano' lemon and 6 -'Cleopatra ' mandarin. The design was completely randomized with 20 replications and the experimental unit consisting of a plant in test tube of 25 mm x 150 mm, using the medium WPM (Woody Plant Medium), over a period of 150 days. There was collected every 30 days from seedling emergence, measuring the number of green leaves, number of dead leaves, plant height and length of roots. At the end of the experiment were also evaluated dry weights of roots, shoots, the whole plant and root shoot ratio. We classified the genotypes by the method of relative income. Genotypes Rangpur and 'Volkameriano' lemon were not significantly affected by salinity on growth variables. According to the salinity citrus genotypes studied can be classified into: tolerant (T) was *Poncirus trifoliata*, moderately tolerant (MT) TSKC x (LCR x TR) -059 and lemon 'Volkameriano', moderately susceptible (MS) 'Rangpur' lemon and HTR-069 and sensitive (S) 'Cleopatra' mandarin.

Key Words: *Citrus* ssp, *Poncirus trifoliata*, seedlings, plant vigor.

1. INTRODUÇÃO

Em nível Mundial, vários fatores ambientais limitam o desenvolvimento dos citros em áreas cultivadas, estando a salinização de solos e o uso de águas salobras ou de reuso para a irrigação entre os mais frequentes em regiões semiáridas. Grandes concentrações de sais nas plantas causam dificuldades na absorção de água, toxicidade de íons específicos e, pela interferência de sais nos processos fisiológicos, redução no crescimento e desenvolvimento (TESTER & DEVENPORT, 2003). Em regiões áridas e semiáridas, devido às suas características de deficiência hídrica e uma alta taxa de evaporação, durante longo período do ano, se sujeita a maior probabilidade de ocorrência da salinidade (BRITO, 2007).

A propagação *in vitro* é considerada de maior impacto na agricultura principalmente por permitir a produção de plantas em larga escala, o que pode constituir uma alternativa para a indústria de biofábricas da região como multiplicadoras de genótipos agronomicamente superiores. No entanto, este fato não está sendo implementado nem referenciado em trabalhos científicos, o que de certa maneira condiz com a necessidade de se explorar esse campo para seleção de genótipos adaptados a região semiárido (SOUZA, 2006). Com isso, atualmente vários programas de melhoramento genético e seleção de genótipos de citros priorizam a obtenção de novas matrizes com maior tolerância as adversidades abióticas como o estresse salino (STOREY & WALKER, 1995; CRUZ et. al., 2003 e FERNANDES et al. 2011).

Nas últimas décadas, o melhoramento genético de citros tem avançado, principalmente devido à utilização da técnicas de biotecnologia nos programas tradicionais de melhoramento. Nesse contexto, a utilização de cultivo *in vitro* para a seleção precoce de porta-enxertos de citros tolerantes à salinidade pode possibilitar um o estabelecimento de um número elevado de matrizes em condições de campo com características agronômicas desejáveis.

Sais no meio de cultivo afetam o crescimento de citros de duas formas: primeiramente, o efeito de estresse osmótico, que reduz a capacidade da planta em absorver nutrientes, que conduz a uma redução na taxa de crescimento (GARCÍA-

LEGAZ et al., 1993), deve-se especialmente ao efeito direto dos íons de Na⁺ e Cl⁻ sobre processos fisiológicos e um efeito indireto devido à redução do potencial osmótico da solução de crescimento, dificultando assim na absorção de água, podendo afetar também a condutância estomática (TESTER & DEVENPORT, 2003). Em segundo, respondendo mais lentamente devido à acumulação de íons em folhas, iniciando sua resposta à salinidade quando o sal acumulado atinge concentrações tóxicas nas folhas (GÓMEZ- CADENAS et al., 1998).

De acordo com Munns (2002), é difícil quantificar as diferenças de tolerância à salinidade entre espécies estreitamente relacionadas, já que a redução no crescimento depende do período de tempo durante o qual as plantas foram cultivadas no meio salino.

Genótipos cítricos, selecionados com o uso de tecnologia moderna (cultivo in vitro), pode favorecer uma citricultura mais eficiente com capacidade de garantir a continuidade e o crescimento do agronegócio citrícola do Nordeste brasileiro.

Dentre os critérios considerados em avaliações de estresse salino, a redução na produção de matéria seca, sob salinidade em relação à testemunha, é considerada o melhor para avaliação devido à sua aplicação em condições de campo (FAGERIA & GHEYI, 1997).

O propósito do presente trabalho foi essencialmente de encontrar soluções para parte desses problemas referentes à seleção de genótipos de citros tolerantes ao estresse salino, já que no contexto da literatura, nacional e internacional, faltam informações científicas sobre porta-enxertos tolerantes à salinidade, bem como sobre o nível máximo de tolerância.

1. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho experimental foi desenvolvido no Laboratório de Culturas e Tecido da Embrapa Mandioca e Fruticultura (CNPMPF), na cidade de Cruz das Almas-BA, visando estudar a tolerância ao estresse salino de seis genótipos de citros, variedades e híbridos, selecionados como porta- enxertos pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura (PMGCitros) dessa unidade. Foram testados em seis níveis de salinidade em cloreto de sódio [testemunha, condutividade elétrica (CE_{es}) de $0,0 \text{ dS m}^{-1}$ e CE_{es} de 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e $6,0 \text{ dS m}^{-1}$], sendo estas introduzidas no meio de cultura.

O experimento foi desenvolvido através do delineamento experimental inteiramente casualizado, com 20 repetições e em arranjo fatorial (6 níveis de salinidade x 6 genótipos) constituindo 36 tratamentos e a unidade experimental sendo um tubo de ensaio.

1.1 Material Vegetal

Dentre os seis genótipos fornecidos pelo PMGCitros (Tabela 1), o limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) serve como referência de comparação, devido às elevadas produtividades e à sua vasta adaptação edafo-climática, o que lhe coloca como o porta-enxerto usado em cerca de 85% dos pomares brasileiros (BOAVENTURA, 2003)

Tabela 1. Lista dos genótipos de porta-enxertos de citros estudados. (PMGC)

Ordem	Nome (Abreviatura)	Nome científico	Características
1	Limoeiro 'Cravo' (LCR)	<i>Citrus limonia</i> Osbeck	Boa tolerância a seca, tolerância moderada à salinidade ¹ .
2	HTR – 069	Híbrido de <i>Poncirus trifoliata</i>	Moderada e boa tolerância a seca ² .
3	<i>Poncirus trifoliata</i> (TR)	<i>Poncirus trifoliata</i> (L.) Raf.	
4	TSKC x (LCR x TR)- 059	<i>Tan. Sunki</i> (limoeiro 'Cravo' x <i>P. Trifoliata</i>)	Sem informação
5	Limoeiro 'Volkameriano' (LVK)	<i>C. volkameriana</i> V. Tem. & Pasq.	Boa tolerância a seca e a salinidade ³ Tolerância moderada a seca,
6	Tangerineira 'Cleópatra' (Cleo)	<i>C. reshni</i> hort. ex Tanaka	boa tolerância à salinidade e tolerância à morte súbita de citros ¹

¹ Storey & Walker, 1999² Soares Filho, 2013: informação pessoal³ Brito (2007)

Para o efeito deste trabalho, foram usadas sementes oriundas de frutos com idade em torno de 110 dias após a antese floral. Após a colheita, os frutos foram lavados com detergente neutro e água corrente e cortados transversalmente com muito cuidado, para não prejudicar a integridade das sementes. As sementes coletadas foram então lavadas numa solução de água e detergente neutro e, posteriormente, colocadas

para secar em local sombreado e arejado (Figura 1). Depois de secas, retirou-se o tegumento externo (testa) e as sementes foram tratadas sob condições assépticas, em câmara de fluxo laminar, com etanol 70% por 5 minutos e hipoclorito de sódio a 0,5%, por 20 minutos. Após esse procedimento foram realizadas três lavagens sucessivas com água destilada autoclavada, para remoção de excesso de cloro.

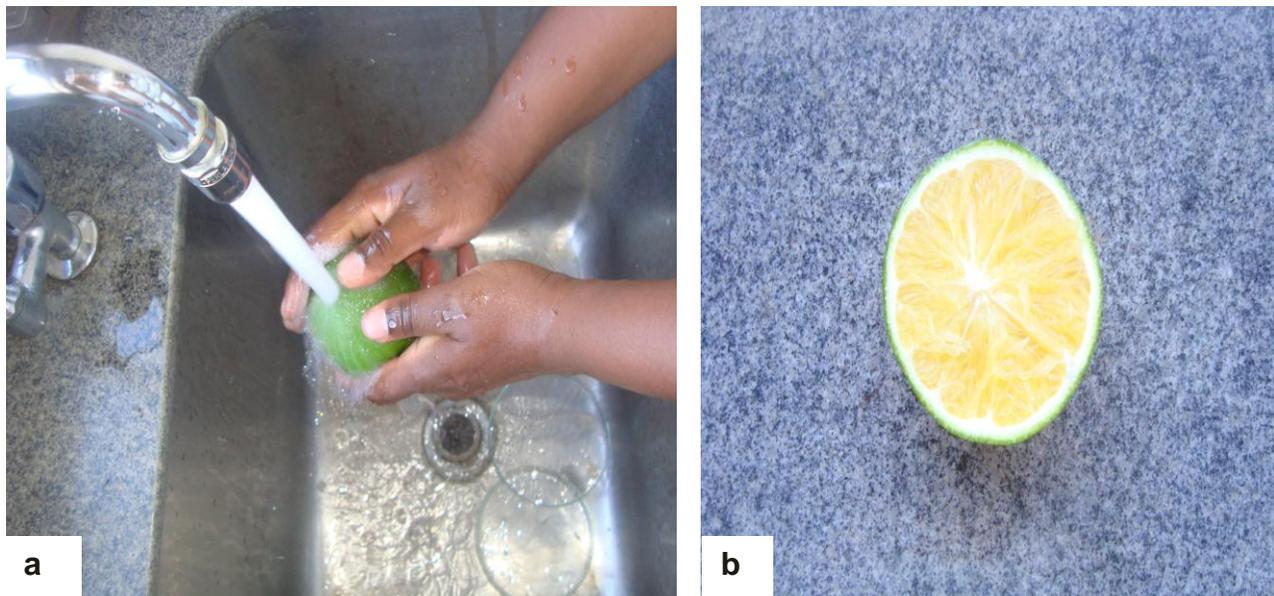


Figura 1. Lavagem dos frutos com água corrente (a) e vista do corte transversal do fruto para não prejudicar a integridade das sementes.

1.2 Meio de cultura e condições de cultivo

As sementes foram cultivadas em meio WPM (Woody Plant Medium), baseando-se em descrição apresentada por LLOYD & McCOWN (1980), contendo como compostos básicos somente a sacarose e o ágar (Tabela 2).

Tabela 2. Concentração e quantidades de nutrientes depositados no meio WPM (woody plant medium) para o preparo de 1 litro de solução de meio de cultivo (LLOYD & McCOWN, 1980)

Componentes	mg/Litros
Macronutriente	
NH ₄ NO ₃	400
K ₂ SO ₄	890
KH ₂ PO ₄	170
MgSO ₄ . 7H ₂ O	370
Micronutrientes	
H ₃ BO ₃	6,2
MnSO ₄ . H ₂ O	22,3
ZnSO ₄ . 7H ₂ O	8,6
CuSO ₄ . 5H ₂ O	0,25
Na ₂ MoO ₄ . 2H ₂ O	0,25
Cálcio	
CaCl ₂ . 2H ₂ O	96
Ca(NO ₃) ₂ . 4H ₂ O	556
Fe-EDTA	
FeSO ₄ . 7H ₂ O	27,8
Na ₂ EDTA	37,3
Vitaminas + Aminoácidos + Hexitol	
Tiamina- HCl	1
Pirodoxina- HCl	0,5
Ácido nicotínico	0,5
Glicina	2
Inositol	100
Reguladores de crescimento	
Agar (g)	7
Sacarose (g)	25
pH	5,7- 5,8

Após adicionado os componentes e a sacarose, homogeneizado e ajustado o seu pH, adicionou-se o ágar e levou-se para o microonda para fundir o agente gelificante. Distribuiu-se 10 ml de meio já submetido os tratamentos descritos em tubo de ensaio de 25 mm x 150 mm, levando-se em seguida à autoclavagem sob temperatura de 121°C (1.05 gK/cm² de pressão), durante 20 minutos.

Os tubos de ensaios já submetidos aos tratamentos foram postos em sala de crescimento sob condições controladas de temperatura ($27 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$), intensidade luminosa de $30 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, esta fornecida por lâmpadas fluorescentes brancas em um ciclo de fotoperíodo de 16 horas, durante 150 dias (Figura 2).

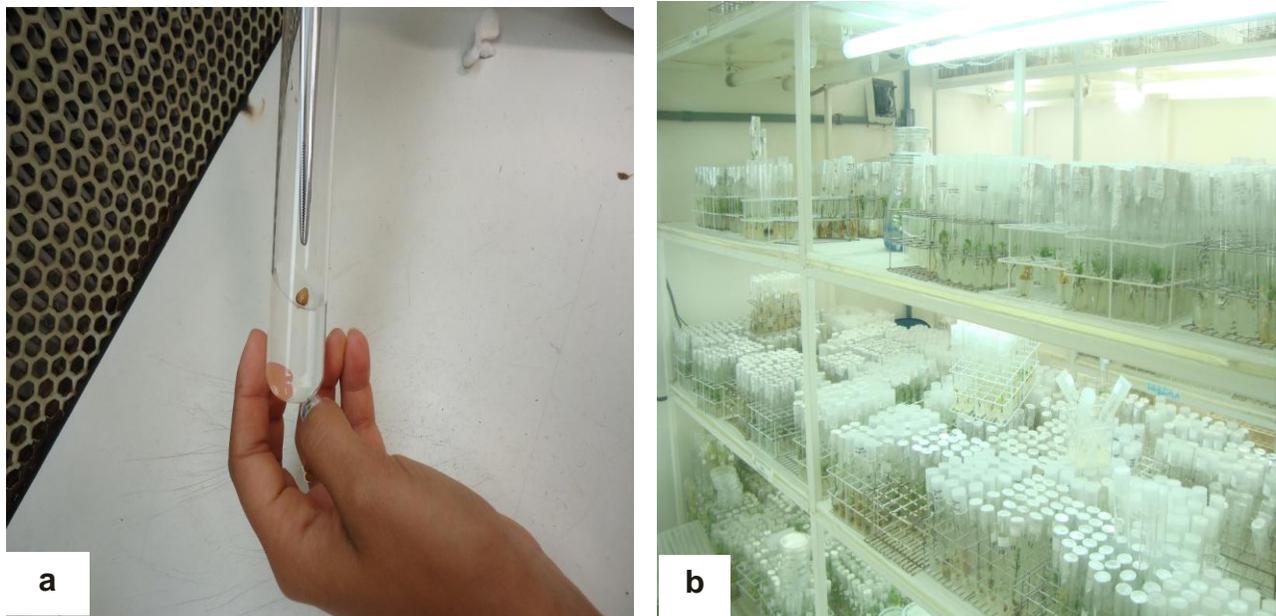


Figura 2. Introdução de sementes no tubo de ensaio (a) tubos de ensaios na sala de crescimento (b).

1.3 Variáveis analisadas

1.3.1 Crescimento

No decorrer do experimento, a cada 30 dias, a partir da emergência dos seedlings de origem nucelar foram medidas as seguintes variáveis biométricas: a) número de folhas vivas (NFV), b) número de folhas mortas (NFM), c) altura da planta (AP) e d) comprimento da maior raiz (CR); no término do experimento, aos 150 dias foram avaliada: f) massa seca da parte radicular, da parte aérea e massa seca total e

g) relação raiz e parte aérea. A altura média das plantas e o comprimento da maior raiz foram determinados recorrendo-se a uma régua graduada. As massas frescas e secas da parte radicular e aérea foram determinadas com a balança eletrônica com a precisão de 0,01 g. Para a secagem recorreu-se a estufa de circulação de ar quente a 65°C até o peso constante.

1.3.2 Classificação dos genótipos

Para a classificação dos genótipos, seguiu-se o critério do método de rendimento relativo segundo Fageria et al. (2010), baseado em quatro níveis de classificação: T (tolerante; 0-20%), MT (moderadamente tolerante; 21-40%), MS (moderadamente sensível; 41-60%) e S (Sensível; > 60%), considerando como referência a massa de matéria seca total de plantas não submetidas à salinidade. Neste trabalho optou-se em classificar último nível de salinidade estudados, por ser o extremo do estresse adotado.

1.3.3 Análises estatísticas

Os dados gerados foram avaliados mediante análise de variância pelo teste 'F'. Em casos de significância, foram efetuadas análises de regressão polinomial (linear e quadrática) para o fator ' nível de salinidade' e o teste de comparação de médias (Scott & Knott até 5% de probabilidade) para o fator ' genótipo' (FERREIRA, 2000 e BRITO, 2007).

2. RESULTADO E DISCUSSÃO

2.1 Análise de Crescimento

Avaliando-se as variáveis de crescimento nos períodos estudados [30, 60, 90, 120 e 150 dias após semeadura (DAS)], verifica-se um efeito significativo para genótipo (GEN) nas diversas épocas após a semeadura (Tabela 3). Para o fator 'salinidade' (SAL), também verifica-se um efeito significativo em todas as variáveis avaliadas durante as épocas analisadas. Verifica-se, ainda, efeito significativo na interação das variáveis estudadas, com isso, estudou-se genótipos na salinidade, bem como a salinidade em relação a genótipo.

Tabela 3. Resumo da análise de variância do número de folhas vivas (NFV), altura da planta (AP), número de folhas mortas (NFM) e comprimento da maior raiz (CR) nas épocas de avaliação dos genótipos de citros.

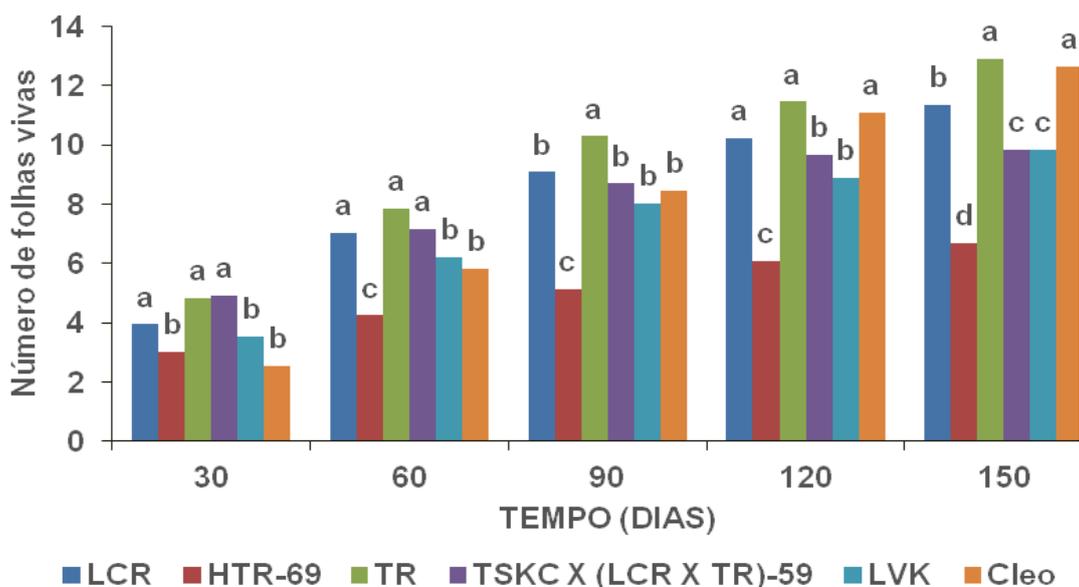
VARIÁVEL	DAS	GL	QM GEN	GL	QM SAL	GL	QM SAL*GEN	CV%
NFV	30	5	78,7661**	5	111,3751**	25	32,5878**	66,59
AP		5	38,6563**	5	21,5259**	25	7,8531**	64,52
CR		5	31,1273**	5	29,9404**	25	11,5420**	67,16
NFV	60	5	129,9520**	5	230,6280**	25	29,9562**	47,46
NFM		5	15,1531**	5	18,0039**	25	1,3835*	21,13
AP		5	81,1278**	5	20,5895**	25	8,7638**	52,36
CR		5	17,3653**	5	33,0908**	25	7,9407**	54,5
NFV	90	5	236,4849**	5	352,5638**	25	42,8986**	45,6
NFM		5	60,1753**	5	48,688	25	4,0487**	91,23
AP		5	106,3953**	5	21,4776**	25	9,8731**	45,17
CR		5	19,3563**	5	39,3886**	25	6,4034**	46,48
NFV	120	5	301,5746**	5	822,2035**	25	57,5514**	41,98
NFM		5	142,0981**	5	116,2467**	25	9,1221**	71,73
AP		5	137,2845**	5	34,2886**	25	13,2500**	40,82
CR		5	24,7725**	5	38,9348**	25	4,9661**	40,5
NFV	150	5	421,3562**	5	1354,4004**	25	64,7384**	43,76
NFM		5	200,9163**	5	20,0258**	25	12,4332**	65,98
AP		5	156,5222**	5	42,4589**	25	16,5236**	38,3
CR		5	45,7971**	5	38,2259**	25	6,6845**	38,42

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; DAS: dias após semeadura; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação

Apresenta-se nos apêndices (1, 2, 3 e 4) e nas figuras (3, 4, 6, 7, 9, 10, 12 e 13) os valores médios gerados pelo teste de médias (Skott-Knott; $p < 0,05$) para as variáveis número de folhas vivas, número de folhas mortas, altura da planta e comprimento da maior raiz, respectivamente, para todos os genótipos estudados. Em todas as variáveis estudou-se também para cada genótipo o efeito da salinidade aos 150 dias após a semeadura (figuras 5, 8 e 11)

2.1.1 Número de folhas vivas (NFV)

Com base na análise de variância disposta na Tabela 3, observa-se para esta variável efeito significativo dos genótipos em todas as épocas de avaliação. Na Figura 3, dispõe-se de valores médios para o número de folhas vivas, dentro de cada período, dos níveis de salinidade aos quais os genótipos foram submetidos. Observa-se aumento da média do NFV para cada genótipo no tempo, com tendência de estabilização dos valores médios a partir dos 90 dias, refletindo o efeito da salinidade. Analisando cada período, a *Poncirus trifoliata* destacou-se, apresentando valores de NFV superiores dos demais genótipos tendo por base 90 DAS. Aos 120 e 150 DAS a tangerineira 'Cleópatra' juntou-se a esta com maior número de folhas vivas. O limoeiro 'Cravo' enquadrou-se no segundo grupo, nos períodos 90, 120 e 150 dias após a semeadura e com comportamento semelhante ao dos genótipos TSKC x (LCR x TR)- 059 e limoeiro 'Volkameriano' (LVK). Dentre os genótipos estudados, o HTR-069 apresentou menor média em todas as épocas de avaliação, possivelmente como reflexo de sua característica de genótipo com menor vigor.



Legenda:

LCR (limoeiro 'Cravo' C. limonia Osbeck), HTR-069 (híbrido trifoliata), TR (Poncirus trifoliata), TSKC x (LCR x TR)-059 [tangerineira 'Sunki' comum C. sunki (Hayata) hort. Ex Tanaka x (limoeiro 'Cravo' x Poncirus trifoliata)], LVK (limoeiro 'Volkameriano' C. volkameriana V. Dez. & Pasq.) e Cleo (tangerineira 'Cleópatra' C. reshni hort. Ex Tanaka)

Figura 3. Média do número de folhas vivas (NFV) dos genótipos de citros cultivados em cultura de tecidos, submetidos à salinidade e avaliados em diferentes períodos de crescimento. As letras sobre cada barra representam os resultados do teste de médias (Scott-Knott) para cada tempo de avaliação.

Analisando o efeito da salinidade nos genótipos estudados (Figura 4), como esperado, ao longo do tempo (30, 60, 90, 120 e 150 dias após a semeadura) o NFV foi superior nas plantas controle (S1) e inferior nas plantas submetidas ao maior estresse salino (S6), havendo redução gradativa do NFV até o nível mais elevado de salinidade ($S1 > S2 > S3 > S4 = S5 > S6$). Interessante observar a semelhança destes resultados com as taxas de crescimento médio ($S1 = 0,97\%$; $S2 = 0,94\%$, $S3 = 0,87\%$, $S4 = 0,80\%$, $S5 = 0,76\%$ e $S6 = 0,71\%$) o que resultou em maior distanciamento entre S1 e demais tratamentos com o avanço do tempo.

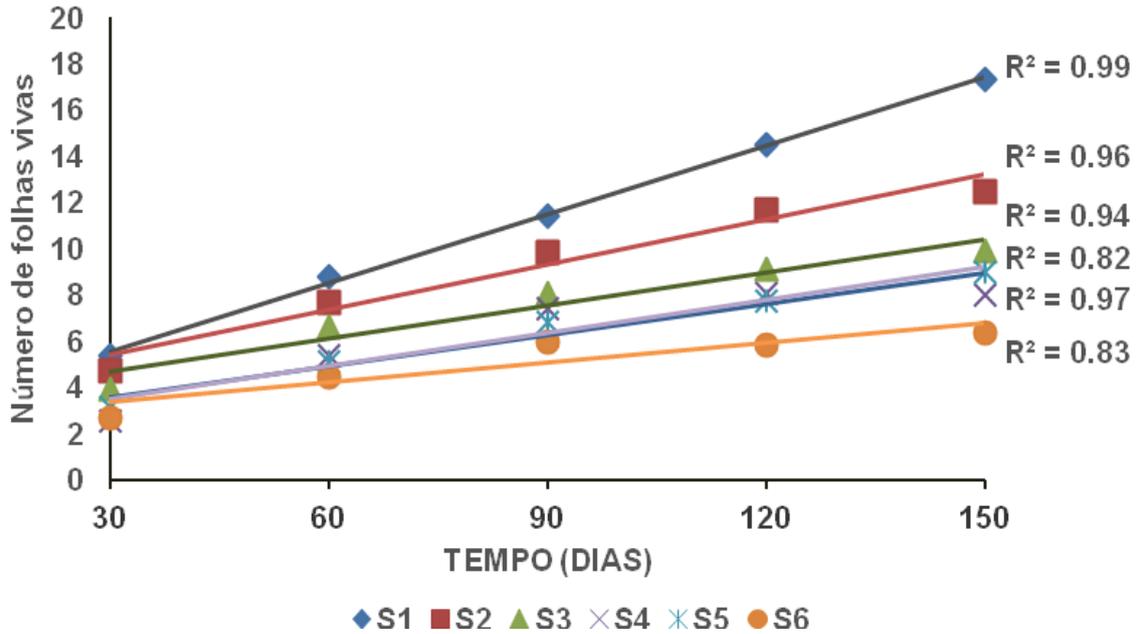
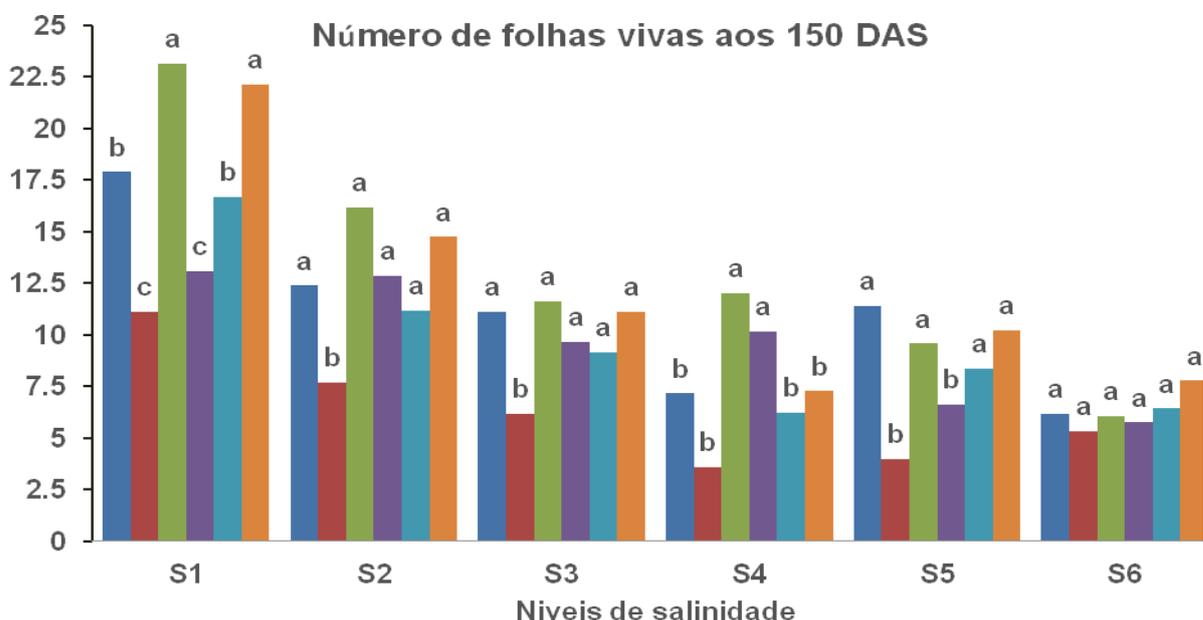


Figura 4. Evolução de número de folhas vivas de genótipos de citros em diferentes níveis de salinidade (1, 2, 3, 4 e 5 dS m⁻¹) em função do tempo.

Analisando os genótipos, dentro de cada nível de salinidade aos 150 dias após semeadura, observa-se redução dos valores médios com o aumento da salinidade, comportamento também verificado ao se analisar separadamente cada genótipo (Figuras 5 e 6). Não houve diferenças do NFV entre os genótipos no maior nível de potencial de estresse, indicando clara restrição ao crescimento das plantas nesse nível de salinidade aos 150 DAS. Trabalhando com o penúltimo nível de potencial em estresse S5 4dS m⁻¹, houve diferenças, destacando-se o limoeiro 'Cravo', *Poncirus trifoliata*, limoeiro 'Volkameriano' e tangerineira 'Cleópatra' como menos sensível.

No geral, em todos os níveis de salinidade pode-se verificar que *Poncirus trifoliata* e tangerineira 'Cleópatra' foram os mais vigorosos, seguidos dos limoeiro 'Cravo' e 'Volkameriano' o que pode explicar o maior número de folhas vivas no nível de salinidade 4 dS m⁻¹. É importante destacar que o genótipo TSKC x (LCR x TR)- 059 apresentou pequenas reduções no NFV até S4 4dS m⁻¹, comparado aos demais genótipos, o que pode ser um bom indicativo de tolerância à

salinidade. Diferentemente o HTR-069 apresentou menor vigor e expressivas reduções.



Legenda:

LCR (limoeiro 'Cravo' C. limonia Osbeck), HTR-069 (híbrido trifoliata), TR (Poncirus trifoliata), TSKC x (LCR x TR)-059 [tangerineira 'Sunki' comum C. sunki (Hayata) hort. Ex Tanaka x (limoeiro 'Cravo' x Poncirus trifoliata)], LVK (limoeiro 'Volkameriano' C. volkameriana V. Dez. & Pasq.) e Cleo (tangerineira 'Cleópatra' C. reshni hort. Ex Tanaka)

Figura 5: Efeito de níveis de salinidade (dS m^{-1}) sobre número de folhas vivas (NFV) de genótipos de citros aos 150 dias após a semeadura (DAS). As letras sobre cada barra representam os resultados do teste de médias (Scott Knott) para cada tempo de avaliação.

Para complementar as discussões sobre os efeitos da salinidade no número de folhas apresenta-se na Figura 6 a análise de regressão no final do período do experimento aos 150 DAS para cada genótipo. Para melhor entendimento dos efeitos optou-se pelo comportamento linear, sendo no geral observada redução em número de folhas com o aumento da salinidade para todos os genótipos.

Na Figura 6, nota-se uma redução em número de folhas vivas com aumento unitário da salinidade de 11,93%, 14,54%, 12,64% e 13,72% para os genótipos limoeiro 'Cravo', *Poncirus trifoliata*, limoeiro 'Volkameriano' e

tangerineira 'Cleópatra', respectivamente, e de 13,01% e 11,51% nos híbridos HTR-069 e TSKC x (LCR x TR)-059, respectivamente.

As perdas relativas encontradas neste trabalho são maiores que aquelas registradas por Brito (2007) para o limoeiro 'Cravo' (5,19%), mas em condições de solo na casa de vegetação; menor que Tozlu (2000) para *Poncirus trifoliata* (49,8%) em substrato em casa de vegetação.

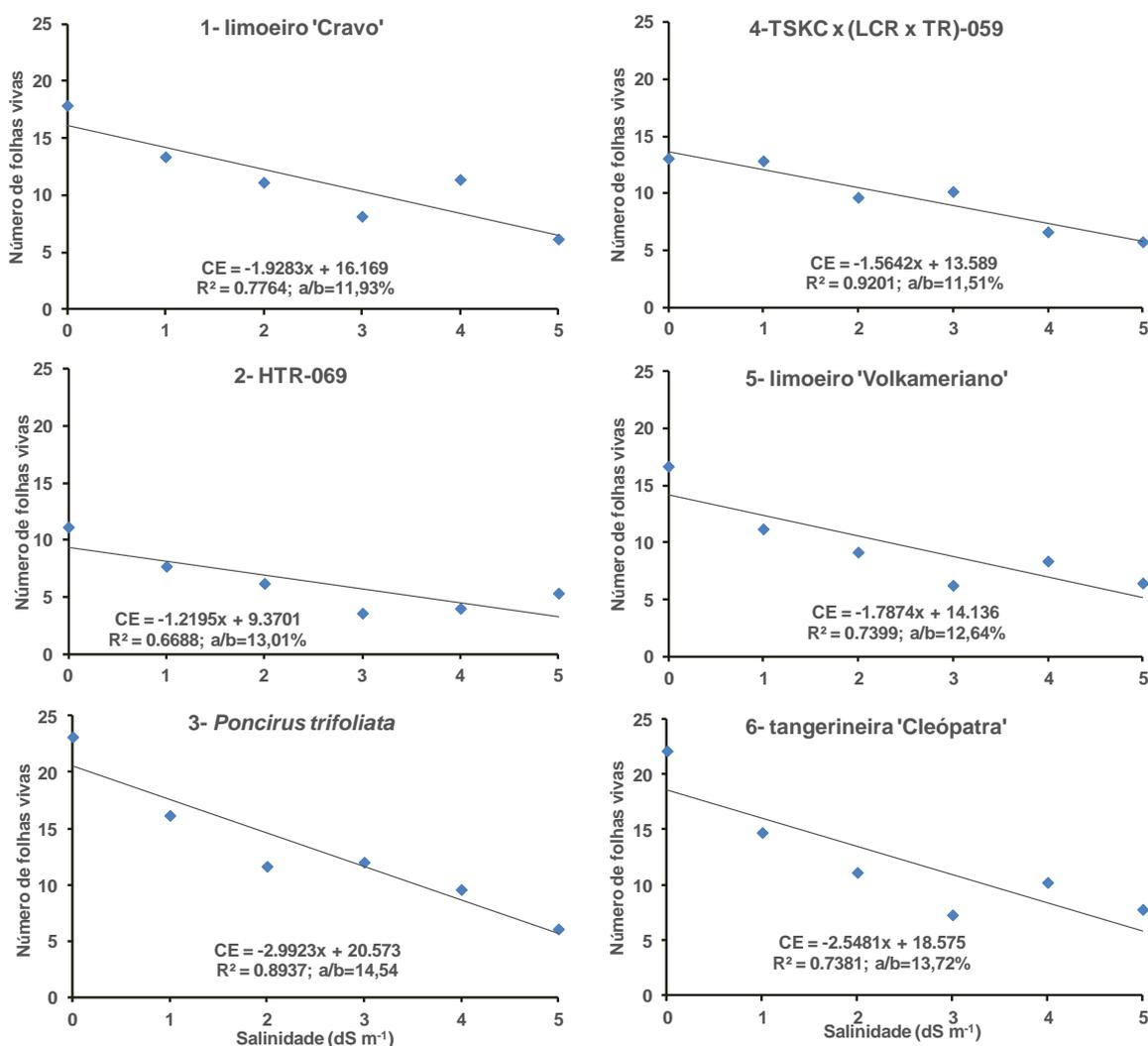


Figura 6: Efeito de níveis de salinidade ($CE_{es} = dS m^{-1}$) sobre o número de folhas vivas de genótipos de citros.

Verifica-se que houve respostas diferenciadas entre os genótipos aos níveis de salinidade, o que de certa maneira pode estar relacionado a

especificidade genética de cada indivíduo e à presença de íons essenciais dispostos no meio de cultura (WPM). Storey & Walker (1999), afirmam que entre as primeiras 10 – 15 semanas após a semeadura existe uma boa resposta de genótipos de citros à salinidade. De fato, o estabelecimento de níveis de estresse altos desde o início do cultivo, tendeu a essa distinção, mas, é oportuno atentar que não houve diferenças entre os genótipos no nível de salinidade $S6\ 5\ dS\ m^{-1}$, provavelmente pelo fato de haver uma capacidade de adaptação similar entre eles, no sentido de minimizar o efeito da salinidade nesse nível de estresse. Brito (2007) notou um não decrescimento linear acentuado até nível de $4\ dS\ m^{-1}$ em genótipos citros em experimento conduzido em casa de vegetação, com solo.

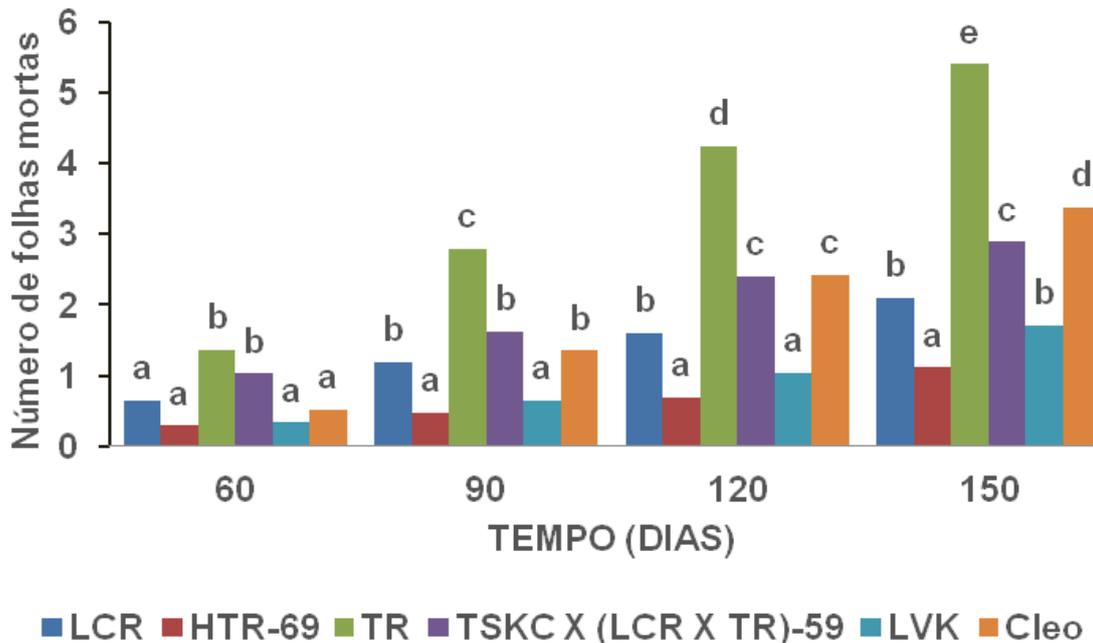
Diversos autores [Zekri & Peasons (1992); Lifshitz & David (1999); Storey & Walker (1999); Brito (2007)] afirmam que a translocação de Na^+ e Cl^- em níveis altos nas plantas de citros podem ocasionar o não surgimento de novas folhas devido à toxicidade que se acumula na parte aérea da planta, apesar de que em alguns genótipos como é o caso da tangerineira 'Cleópatra' ocorre um grande poder tampão nas folhas relativamente com a toxicidade de NaCl (SYKES, 1992), o que se pode constatar nessa variável aos 150 DAS .

Schimitz (2007) no cultivo de genótipos de citros em diferentes substratos, verificou que não houve diferenças em números de folhas nos genótipos híbridos provenientes de trifoliata e de limoeiro 'Cravo', também verificado no presente trabalho na salinidade $S6\ 5\ dS\ m^{-1}$ aos 150 DAS. Os híbridos HTR-069 e TSKC x (LCR x TR)-059, que apresentaram menor vigor no controle, tiveram menor NFV na $S5\ 4dS\ m^{-1}$.

Boa parte dos genótipos estudados neste trabalho são tidos como tolerantes (BRITO 2007; RUIZ et al., 1997) ao estresse salino (Tabela 1), podendo-se observar os mesmos no trabalho desenvolvido por García-Legaz (1993) estudando respostas à salinidade no crescimento e captação de nutrientes por genótipos de citros.

3.1.2 Número de folhas mortas

Na Tabela 3 têm-se o resumo da análise de variância, relativa à variável número de folhas mortas (NFM), verificando-se efeito significativo dos genótipos em todas as épocas avaliadas (60, 90, 120 e 150 dias após a semeadura - DAS). O número de folhas mortas cresceu com o tempo para todos os genótipos avaliados, destacando-se desde os 30 DAS (Figura 7), conforme valores médios (Tukey) ($p < 0,05$) para número de folhas mortas em função do tempo. *Poncirus trifoliata* se destacou com a maior média de queda de folhas em todas as épocas estudadas, seguida pela tangerineira 'Cleópatra', genótipos que apresentaram maior vigor para NFV. HTR-069 foi o genótipo que apresentou a menor média de queda, resultado interessante indicando que a salinidade não o afetou significativamente relativamente à morte das folhas, porém deve-se lembrar que isso pode refletir a emissão de folhas, conforme resultados de NFV. Nesse aspecto destacam-se os genótipos 'Cravo' e 'Volkameriano', que apresentaram valores médios inferiores aos 150 dias.



Legenda:

LCR (limoeiro 'Cravo' C. limonia Osbeck), HTR-069 (híbrido trifoliata), TR (Poncirus trifoliata), TSKC x (LCR x TR)-059 [tangerineira 'Sunki' comum C. sunki (Hayata) hort. Ex Tanaka x (limoeiro 'Cravo' x Poncirus trifoliata)], LVK (limoeiro 'Volkameriano' C. volkameriana V. Dez. & Pasq.) e Cleo (tangerineira 'Cleópatra' C. reshni hort. Ex Tanaka)

Figura 7. Média do número de folhas mortas (NFM) de genótipos de citros cultivados em cultura de tecidos, submetidos à salinidade e avaliados em diferentes períodos de crescimento. As letras sobre cada barra representam os resultados do teste de médias (Scott-Knott) para cada tempo de avaliação.

Para o fator salinidade, na Tabela 3 do resumo da análise de variância, constata-se efeito significativo em todas as épocas de avaliação estudadas nesta variável (60, 90, 120 e 150 dias após a semeadura). Observa-se aumento do efeito da salinidade com o tempo em cada tratamento, sendo as taxas relativamente proporcionais ao nível de sal (Figura 8), salvo para os maiores níveis de salinidade (S5-4 e S6-5 dS m⁻¹) que apresentaram quedas foliares superiores em função do tempo (S1-0 < S2-1 < S3-2 < S4-3 < S5-4 = S6-5 dS m⁻¹). Para as plantas controle (0 dS m⁻¹), não houve queda foliar considerável, praticamente tornando-se constante em termos de número de folhas mortas.

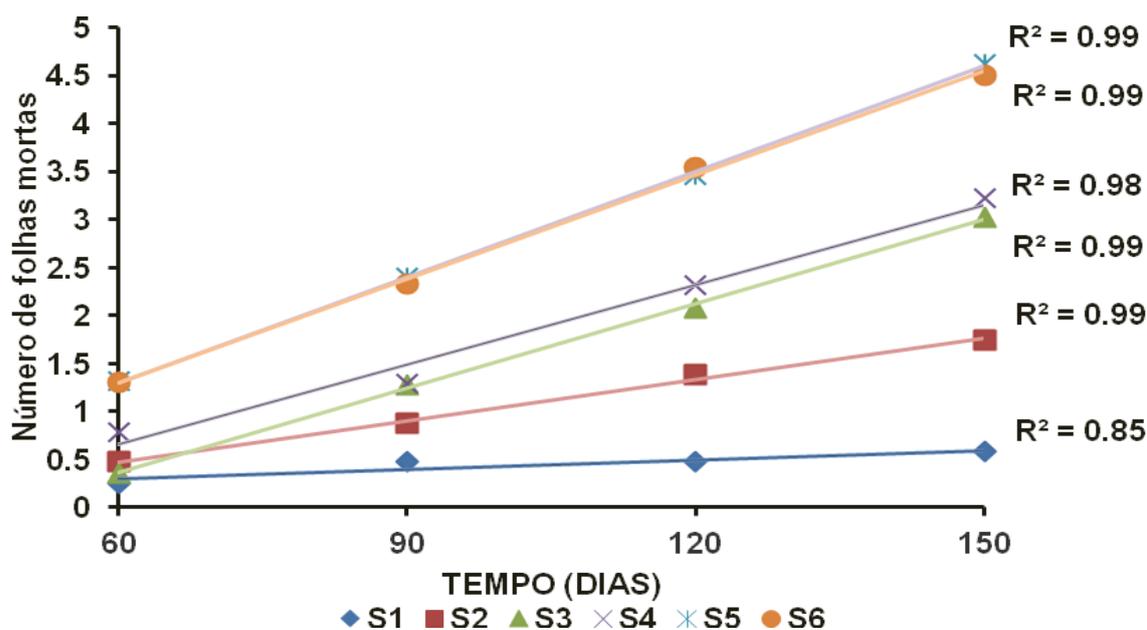
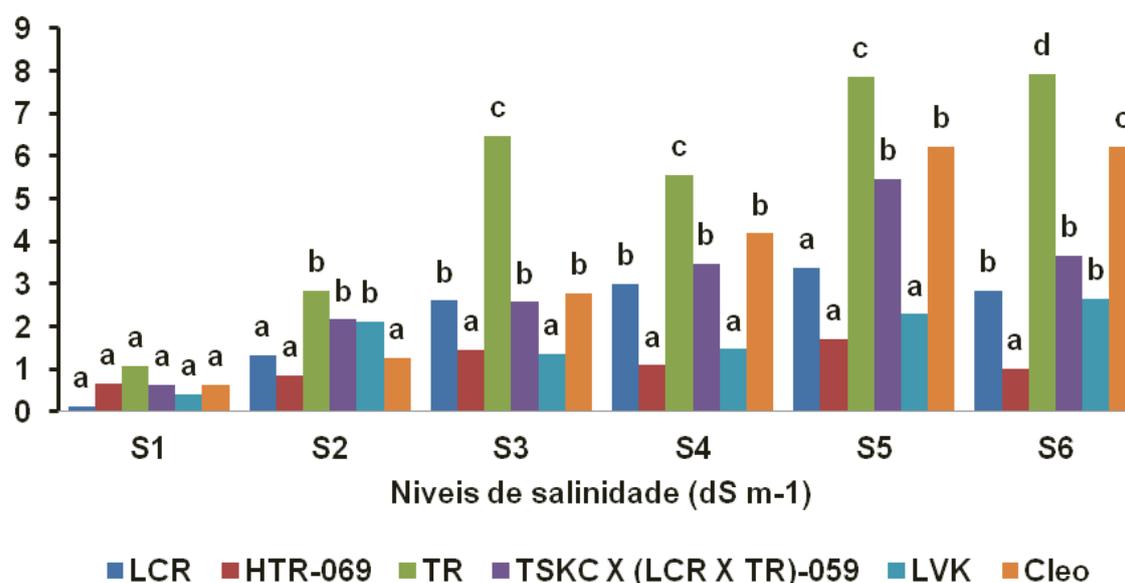


Figura 8. Evolução do número de folhas mortas de genótipos de citros em diferentes níveis de salinidades (1, 2, 3, 4 e 5 dS m^{-1}) em função de tempo.

Na Figura 9, observa-se que aos 150 DAS no nível de salinidade ‘S1 0 dS m^{-1} ’ não houve diferenças entre os genótipos nos valores médios de números de folhas mortas, constatando-se, no entanto diferenças a partir do segundo nível de salinidade ‘S2 1 dS m^{-1} ’. Observa-se que no penúltimo nível de estresse ‘S5 4 dS m^{-1} ’ os genótipos HTR-069, limoeiro ‘Cravo’ e ‘Volkameriano’ destacaram-se no mesmo grupo com menor valor médio de abscisão foliar. Interessante resultado visto que esses dois últimos possuem maior emissão foliar comparativamente ao mesmo nível de salinidade (Figura 5). *Poncirus trifoliata* teve maior valor médio em abscisão foliar, destacando-se dos demais a partir da salinidade S3 2 dS m^{-1} . No último nível de estresse ‘S6 5 dS m^{-1} ’ não foi verificada semelhança de resposta entre os genótipos, conforme observado para NFV (Figura 5). Denotando que o NFM é uma variável mais interessante para comparação genotípica. Ainda no maior nível de estresse, o genótipo HTR-069 destacou-se com menor valor médio na abscisão foliar, seguido pelo limoeiro ‘Volkameriano’ e ‘Cravo’ e híbrido TSKC x (LCR x TR)-059.

Numero de folhas mortas aos 150 DAS



Legenda:

LCR (limoeiro 'Cravo' *C. limonia* Osbeck), HTR-069 (híbrido trifoliata), TR (*Poncirus trifoliata*), TSKC x (LCR x TR)-059 [tangerineira 'Sunki' comum *C. sunki* (Hayata) hort. Ex Tanaka x (limoeiro 'Cravo' x *Poncirus trifoliata*)], LVK (limoeiro 'Volkameriano' *C. volkameriana* V. Dez. & Pasq.) e Cleo (tangerineira 'Cleópatra' *C. reshni* hort. Ex Tanaka)

Figura 9: Efeito de níveis de salinidade (dS m⁻¹) sobre número de folhas mortas (NFM) de genótipos de citros aos 150 DAS. As letras sobre cada barra representam os resultados do teste de médias (Scott-Knott) para cada tempo de avaliação.

Observou-se a formação de três grupos de genótipos aos 60 e 120 DAS e de quatro grupos aos 90 e 150 DAS, segundo médias (Scott-Knott) para a variável número de folhas mortas a 1% de probabilidade. Dos valores médios registrados destacam-se os genótipos *Poncirus trifoliata* e tangerineira 'Cleópatra' com maiores valores de abscisão foliar para o nível de salinidade 'S6 5 dS m⁻¹' em todas as épocas de avaliação (Apêndice 2).

Os valores apresentados neste trabalho aos 150 DAS são muito superiores aos observados por Bañuls e Primo-Millo (1995), avaliando o efeito da salinidade de NaCl em alguns porta-enxertos e combinações de citros, onde encontraram uma desfolhação em torno de 60% a 80% no nível de 5 dS m⁻¹ de NaCl. Neste trabalho, aos 150 DAS, notou-se com aumento unitário da condutividade elétrica

do meio de cultura, verificando-se que o genótipo tangerineira 'Cleópatra' teve a maior abscisão foliar de 329,68%, enquanto que o limoeiro 'Volkameriano' manifestou uma desfolhação de 38,99%, o que está abaixo da faixa constatada por Bañulus e Primo-Millo (1995). Os genótipos *Poncirus trifoliata* e TSKC x (LCR x TR)-059 se enquadraram na faixa intermediária de abscisão com 75,76% e 65,74%, respectivamente. Já o limoeiro 'Cravo', teve um comportamento quadrático em relação à abscisão foliar, com aumento unitário da condutividade elétrica do meio de cultura, tendo atingido o máximo de desfolhação na salinidade 4,81 dS m⁻¹ (Figura 10).

Da mesma forma, Shiyab et al. (2003), estudando o crescimento e absorção de nutrientes em laranja 'Azeda' (*C. aurantium* L.) sob estresse salino in vitro, constataram uma diminuição do número de folhas com o aumento unitário da CE no meio de cultura. Awtar et al. (2004) relataram que as espécies *C. jambhiri*, *C. limonia* e *Poncirus trifoliata*, considerando-se vários níveis de salinidade do solo (0, 2, 4, 6 e 8 dS m⁻¹), em casa de vegetação, apresentaram reduções no número de folhas das plantas avaliadas.

Atmane et al. (2005) estudaram o efeito da salinidade (NaCl: 0, 3, 5, e 7 dS m⁻¹) sobre o crescimento de genótipos de citros, concluindo que um desequilíbrio de nutrientes essenciais pode contribuir para a queda foliar excessiva sob condições salina. Storey & Walker (1999) afirmaram que a dinâmica de íons de Na⁺ e Cl⁻ nas folhas de citros depende de uma série de fatores, incluindo o nível de salinidade, sendo que a queda foliar é progressiva com o aumento da salinidade. Em mudas de citros, Na⁺ e Cl⁻ podem atingir níveis estáveis nas folhas dentro de semanas, porém em genótipos com grande capacidade tampão isso pode demorar quatro a cinco meses (LLOYD & HOWIE, 1989a). Storey (1995) constatou que o limoeiro 'Cravo', dentre diferentes genótipos estudados, foi o que deteve o maior período estacionário de íons de Na⁺ e Cl⁻ nas folhas, o que lhe confere uma resistência quanto a abscisão foliar. Verifica-se neste trabalho reações diferenciadas para cada tipo de genótipo de citros em diferentes níveis de salinidade, como também constatado por Fernandes et al. (2011), estudando o crescimento de híbridos e variedades de citros sob salinidade. Lacerda (2000) afirma que a capacidade para suavizar os efeitos tóxicos da salinidade nas folhas está nas características genéticas de cada genótipo utilizado.

O efeito da salinidade foi diferenciado entre os genótipos, observando-se que HTR-069 não foi influenciado pelo aumento unitário da CE; ressalta-se, assim, um expressivo indicativo da presença de genótipo com potencialidade de produção sob condições de estresse salino.

Taiz & zeiger (2004) salientam que as plantas cítricas possuem mecanismos para sobrevivência sob salinidade, realizando o ajustamento osmótico acumulando sais nos vacúolos, diminuindo gradativamente o potencial osmótico da célula e conseqüentemente promovendo absorção de água e nutrientes.

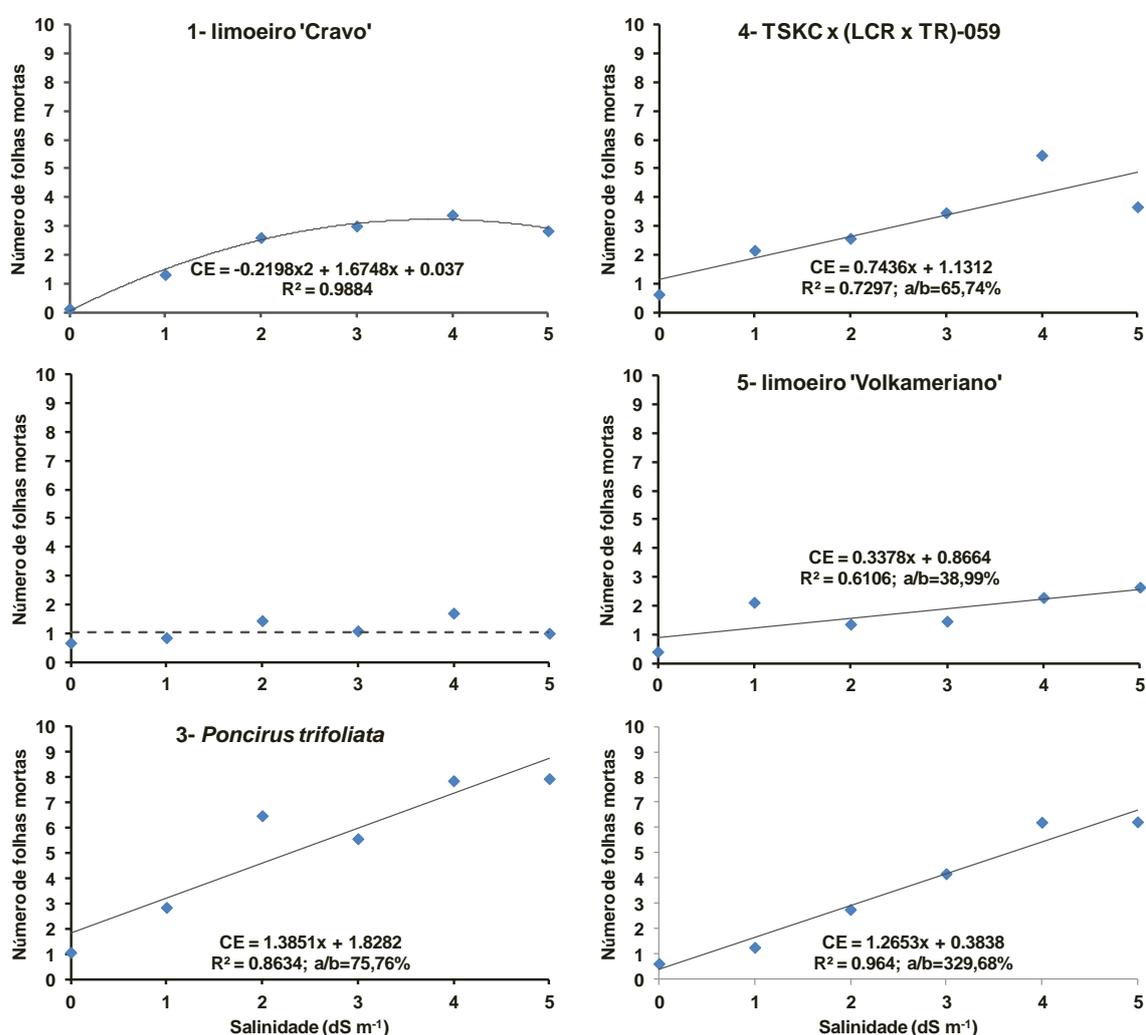
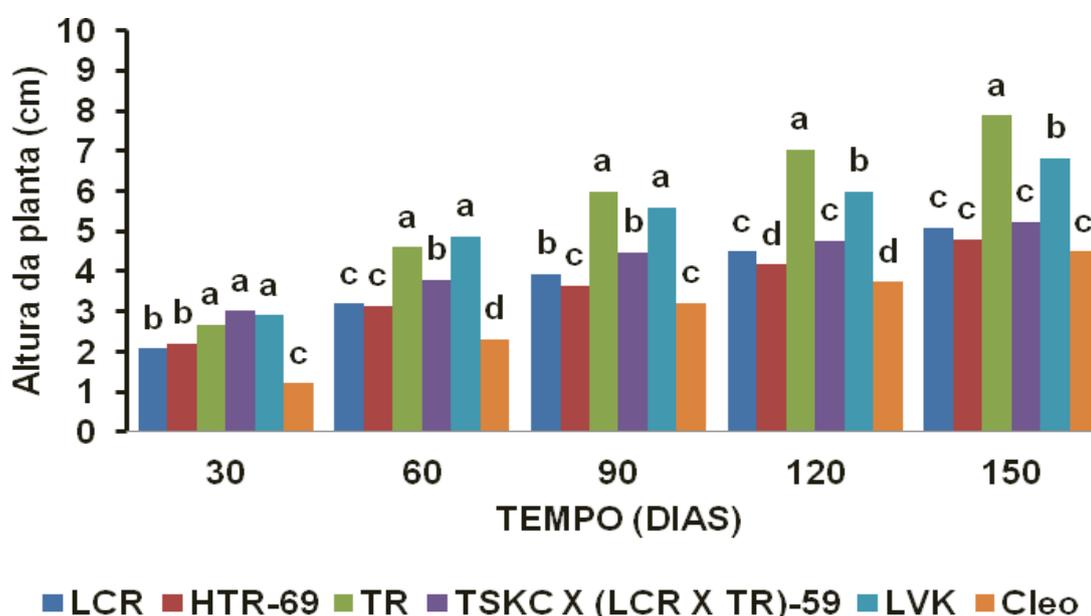


Figura 10: Efeito de níveis de salinidade ($CE_{es} = dS m^{-1}$) sobre o número de folhas mortas de genótipos de citros.

2.1.2 Altura da planta

Segundo resumo da análise de variância houve efeito significativo dos genótipos para esta variável em todas as épocas de avaliação (30, 60, 90, 120 e 150 dias após a semeadura), Tabela 3. Houve diferença em altura da planta ao longo do tempo, notando-se que em todos os períodos estudados *Poncirus trifoliata* e limoeiro 'Volkameriano' destacaram-se com as maiores médias de altura da planta (cm). Os demais genótipos em média apresentaram menores altura da planta (Figura 11).



Legenda:

LCR (limoeiro 'Cravo' C. limonia Osbeck), HTR-069 (híbrido trifoliata), TR (Poncirus trifoliata), TSKC x (LCR x TR)-059 [tangerineira 'Sunki' comum C. sunki (Hayata) hort. Ex Tanaka x (limoeiro 'Cravo' x Poncirus trifoliata)], LVK (limoeiro 'Volkameriano' C. volkameriana V. Dez. & Pasq.) e Cleo (tangerineira 'Cleópatra' C. reshni hort. Ex Tanaka)

Figura 11. Média de altura da planta (AP) de genótipos de citros cultivados em cultura de tecidos, submetidos à salinidade e avaliados em diferentes períodos de crescimento. As letras sobre cada barra representam os resultados do teste de médias (Scott-Knott) para cada tempo de avaliação.

Levando em consideração a salinidade, houve efeito significativo, podendo se observar que a salinidade S1 0 dS m⁻¹ relacionando-se à maior média de

crescimento de altura da planta em função do tempo no experimento. O último nível de estresse foi que teve menores médias de desenvolvimento em altura da planta (Figura 12). Comparada com as variáveis analisadas anteriormente, apesar do efeito da salinidade desde 30 DAS, existiu uma proximidade maior entre as médias e taxas de crescimento. Murkute et al. (2005) afirmam que com aumento de nível unitário da salinidade verifica-se redução no crescimento da área foliar, diâmetro de caule, comprimento da raiz, massa fresca e seca da planta, no entanto, não afetando na mesma proporção a altura da planta. Patil & Bhambota (1978), estudando o comportamento de certos genótipos de citros em diferentes níveis de salinidade (0, 2, 4, 6 e 8 dS m⁻¹) no solo, observaram que com o aumento unitário da CE o número de folhas decrescia na faixa de 14% a 33%, enquanto que para altura da planta as reduções encontravam-se na faixa de 3% a 6%.

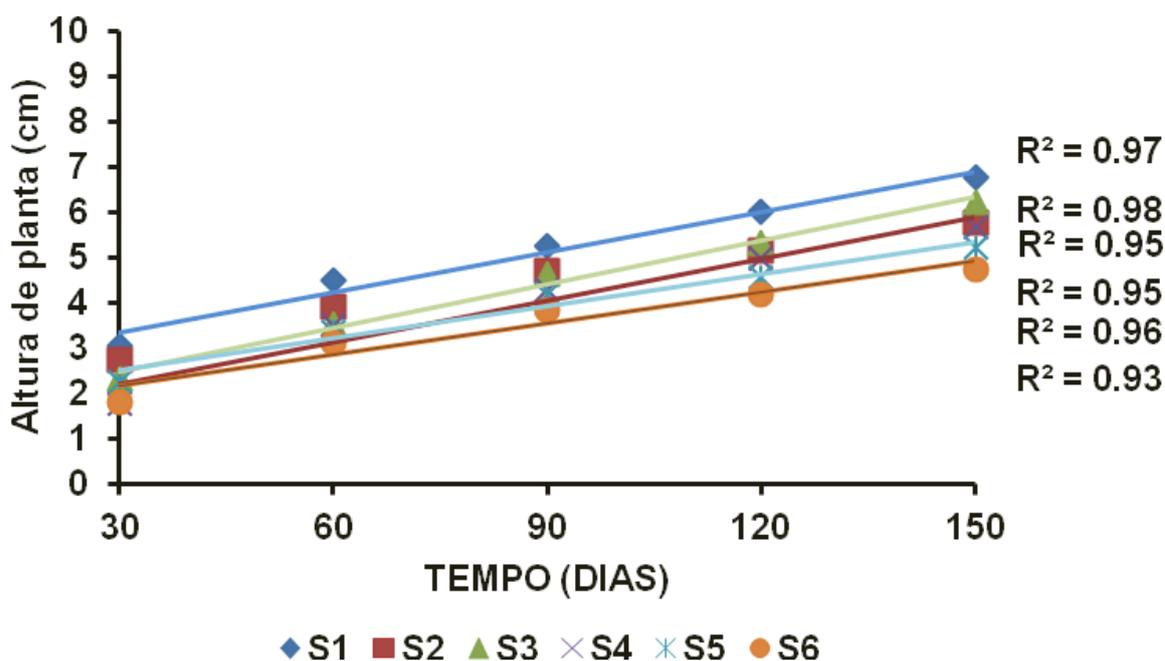
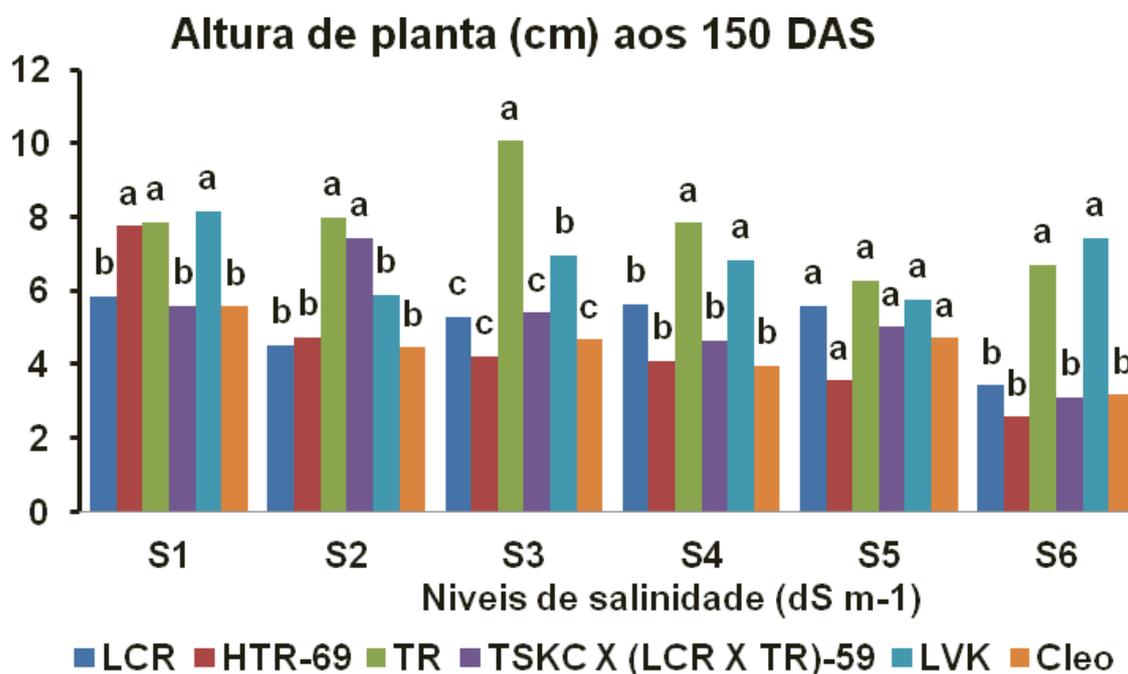


Figura 12. Evolução da altura de planta em diferentes níveis de salinidade (1, 2, 3, 4 e 5 dS m⁻¹) de diferentes genótipos de citros em função de tempo.

No apêndice 3, apresenta-se Tabela de teste de médias (Tukey) para altura da planta em função dos genótipos aos 30, 60, 90, 120 e 150 DAS. Observa-se nos valores registrados no último nível de estresse estudado (S6 5 dS m⁻¹) em

todos os períodos de avaliação, a formação de dois grupos de genótipos para as todas as épocas de avaliação, destacando-se apenas o limoeiro ‘Volkameriano’ e *Poncirus trifoliata*. Segundo Murkute et al. (2005) esses dois genótipos têm maior capacidade de alongamento do caule.

Ressalta-se que a literatura disponível apresenta uma diversidade considerável de crescimento no tocante à tolerância à salinidade relativamente ao gênero citrus (L.) e entre espécies estreitamente relacionadas como observado por Maas (1993). Atribui-se essa inconsistência à diversidade de condições experimentais e também a possíveis diferenças genéticas, por exemplo: de acordo com Brito (2007) a tangerineira tangerineira ‘Cleópatra’ e o limoeiro ‘Cravo’ em experimentos no solo foram destacados como sendo tolerantes, destacando-se por apresentar um desempenho satisfatório em relação ao seu crescimento. Porém, neste trabalho não tiveram o mesmo desenvolvimento.



Legenda:

LCR (limoeiro ‘Cravo’ *C. limonia* Osbeck), HTR-069 (híbrido trifoliata), TR (*Poncirus trifoliata*), TSKC x (LCR x TR)-059 [tangerineira ‘Sunki’ comum *C. sunki* (Hayata) hort. Ex Tanaka x (limoeiro ‘Cravo’ x *Poncirus trifoliata*)], LVK (limoeiro ‘Volkameriano’ *C. volkameriana* V. Dez. & Pasq.) e Cleo (tangerineira ‘Cleópatra’ *C. reshni* hort. Ex Tanaka)

Figura 13: Efeito de níveis de salinidade (dS m⁻¹) sobre altura da planta (AP) de genótipos aos 150 dias após semeadura (DAS). As letras sobre cada

barra representam os resultados do teste de médias (Scott Knott) para cada tempo de avaliação.

Na Figura 13, verifica-se que a altura média das plantas no tratamento controle (S1 0 dS m⁻¹), o melhor grupo de genótipos (HTR-69, *Poncirus trifoliata* e limoeiro 'Volkameriano') aos 150 DAS apresentou variações de 7,75 a 8,15 cm, enquanto que para o nível de salinidade S6 5 dS m⁻¹ na mesma época de avaliação, as variações foram de 6,70 a 7,42 cm, o que indica claramente a existência de um comportamento de redução no crescimento em altura em função do aumento do nível de salinidade. Estes valores, entretanto, são inferiores aos observados por Brito (2007), avaliando tolerância de genótipos de citros à salinidade sob condição de solo, onde constatou aos 150 dias após a semeadura uma variação de 30 a 35 cm no último nível de salinidade testado (4 dS m⁻¹). Decarlos Neto et al (2002), estudando o crescimento de genótipos de citros adubados, observou que o limoeiro 'Cravo' aos 120 dias após a semeadura atingiu um crescimento em altura de 13,3 cm no tratamento controle (NaCl: 0 dS m⁻¹), neste trabalho o cultivo in vitro para o limoeiro 'Cravo' aos 150 DAS, obteve-se uma altura de 5,85 na testemunha 'sem sal' (Apêndice 3).

Schafer (2000), avaliando o desenvolvimento vegetativo inicial de genótipos de citros sob diferentes substratos em casa de vegetação, observou que aos 197 dias após a *Poncirus trifoliata* atingiu uma altura de 10 cm e o limoeiro 'Cravo' 11 cm, médias um pouco superiores as encontradas neste trabalho, que foram de 7,86 e 5,85 cm respectivamente, para S1 0 dS m⁻¹ aos 150 DAS, o que também pode ser relacionado às condições metodológicas do experimento.

Contudo, observa-se na Figura 14 efeito sem significado para os genótipos limoeiro 'Cravo', *Poncirus trifoliata*, TSKC x (LCR x TR)-059, limoeiro 'Volkameriano' e tangerineira 'Cleópatra', indicando que não houve significância nos coeficientes em função dos tratamentos (níveis de salinidade) durante o período do experimento, tendo em conta que o limoeiro 'Cravo', é considerado como tolerante (STOREY & WALKER, 1999), assim como o limoeiro 'Volkameriano' e tangerineira 'Cleópatra' (FERNANDES et al., 2011). Já o HTR-

069 teve um comportamento redutor de altura de planta com aumento unitário da CE do meio de cultura em 12,81%.

Soares et al. (2006) e Lloyd & Howie (1989a) afirmam que o período de cultivo de citros sob condições de estresse salino determina as respostas de crescimento por parte destes. Provavelmente neste trabalho essa condição de tempo tenha sido determinante para não se observar um efeito significativo para todos os genótipos, exceto para HTR-069, nesta variável.

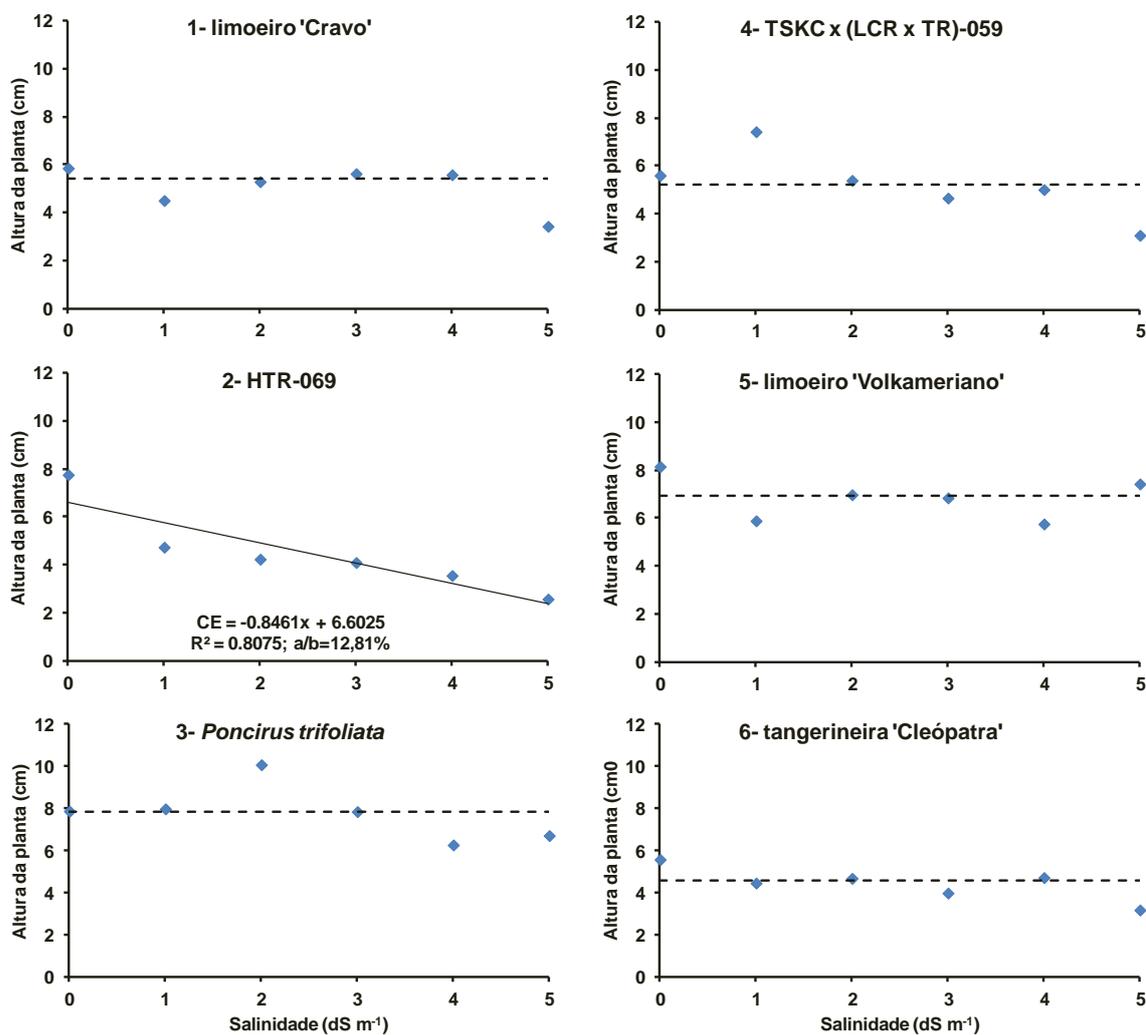
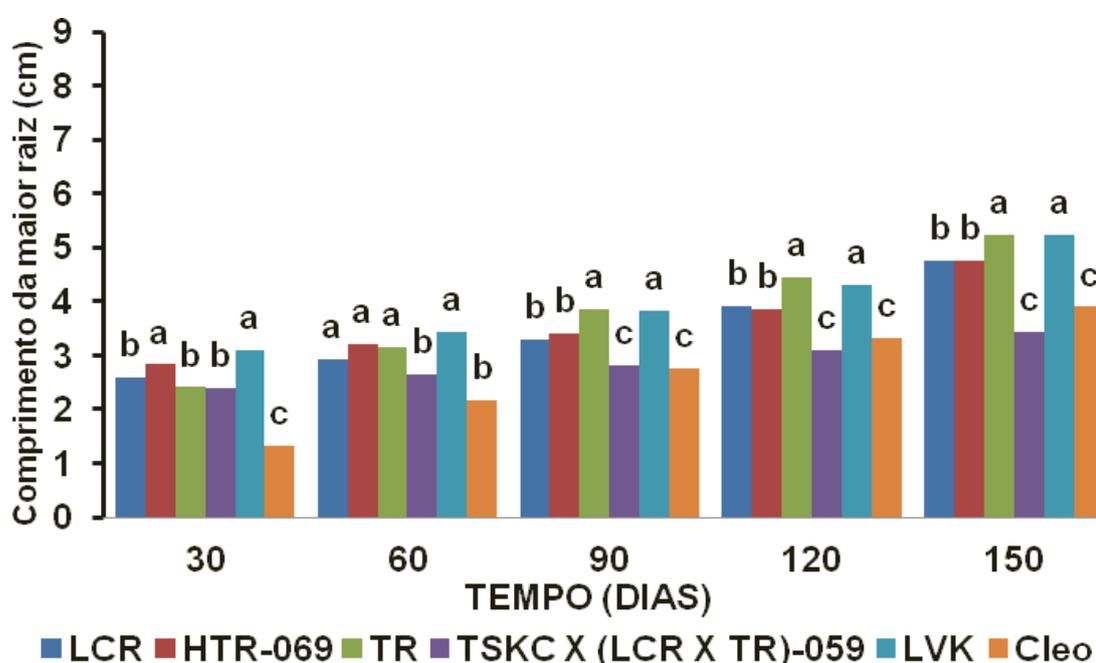


Figura 14: Efeito de níveis de salinidade ($CE_{es} = dS\ m^{-1}$) sobre a altura da planta (AP) de genótipos de citros.

2.1.3 Comprimento da maior raiz

Para a variável comprimento da maior raiz (CR), segundo resumo da análise de variância (Tabela 3), houve efeito significativo dos genótipos para todas as épocas de avaliação (30, 60, 90, 120 e 150 DAS). Na Figura 15, observa-se que limoeiro 'Volkameriano' juntamente com *Poncirus trifoliata*, a partir de 90 DAS, destacaram-se com maiores médias relativas ao comprimento da maior raiz. Nesse mesmo período tangerineira 'Cleópatra' e TSKC x (LCR x TR)-059 apresentaram menores valores médios.



Legenda:

LCR (limoeiro 'Cravo' C. limonia Osbeck), HTR-069 (híbrido trifoliata), TR (Poncirus trifoliata), TSKC x (LCR x TR)-059 [tangerineira 'Sunki' comum C. sunki (Hayata) hort. Ex Tanaka x (limoeiro 'Cravo' x Poncirus trifoliata)], LVK (limoeiro 'Volkameriano' C. volkameriana V. Dez. & Pasq.) e Cleo (tangerineira 'Cleópatra' C. reshni hort. Ex Tanaka)

Figura 15. Média de comprimento da maior raiz (CR) de genótipos de citros cultivados em cultura de tecidos, submetidos à salinidade e avaliados em diferentes períodos de crescimento. As letras sobre cada barra representam os resultados do teste de médias (Scott-Knott) para cada tempo de avaliação.

Para o fator salinidade, também se constata efeito significativo em todos os períodos avaliados (Tabela 3). Plantas sob nível de salinidade S1 0 dS m⁻¹ tiveram maior comprimento de raízes, o que se explica pelo fato de não estarem submetidas ao estresse salino. No entanto, no que tange as plantas submetidas à salinidade, não se verificou uma tendência clara de redução do comprimento radicular ao longo do período do experimento (Figura 15), em contraste com o que se deu com as variáveis anteriormente estudadas, esse comportamento pode ter sido devido ao crescimento em resposta à salinidade relacionado à procura de nutrientes em profundidades mais baixas. A morfologia do sistema radicular dos citros é relativamente pouco profunda, desenvolvendo-se mais lateralmente na primeira camada do leito de sustentação da planta (fornecendo o suporte através de um tapete denso de raízes fibrosas) verificando-se na segunda camada uma estrutura mais ou menos orientada verticalmente, com raízes laterais menores e fibrosas (CASTLE, 1978 e STOREY & WALKER, 1999). Diferentes genótipos de citros também diferem em distribuição lateral e vertical de suas raízes. Indivíduos menos vigorosos têm sistemas de raízes rasas. No entanto, sob salinidade, o solo também influencia no efeito às raízes. O crescimento radicular é mais vigoroso em solos arenosos, enquanto em argilosos o crescimento da raiz pode ser afetado por camadas impermeáveis, especialmente se mais próximas da superfície do solo. Contudo, diferenças de textura do meio de cultivo e da solução nutricional também têm um efeito significativo sobre a morfologia da raiz e resposta à salinidade (Storey, 1995). Provavelmente, neste trabalho, por se dar em cultivo in vitro num meio mais leve, as raízes desenvolveram-se mais com o propósito de desviar-se da toxidez de NaCl.

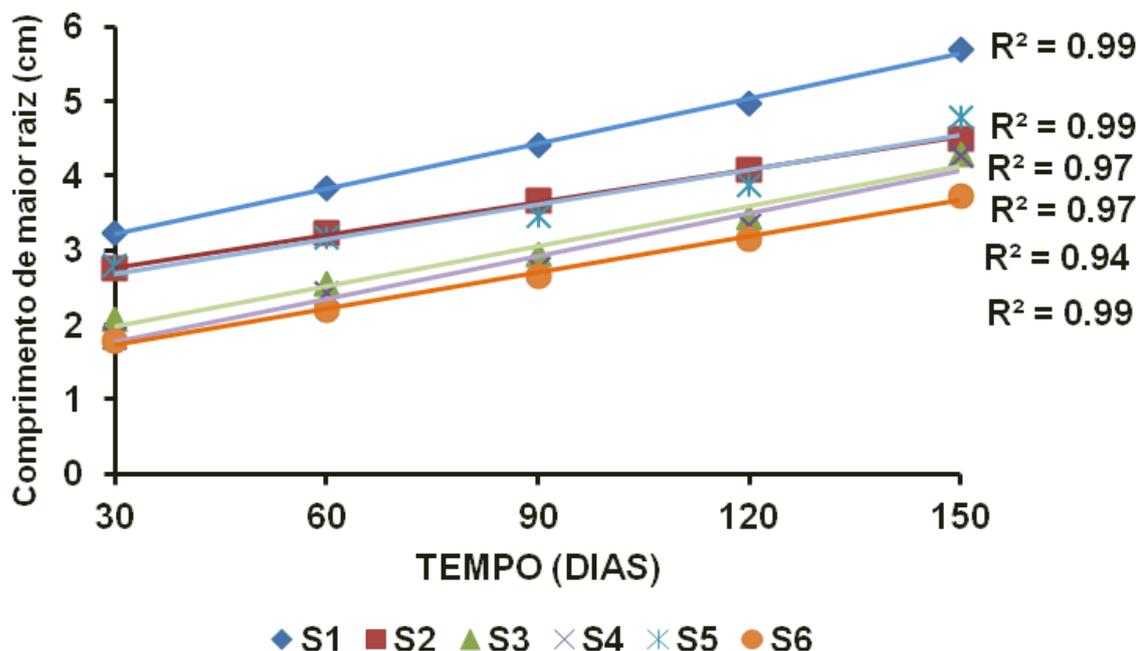
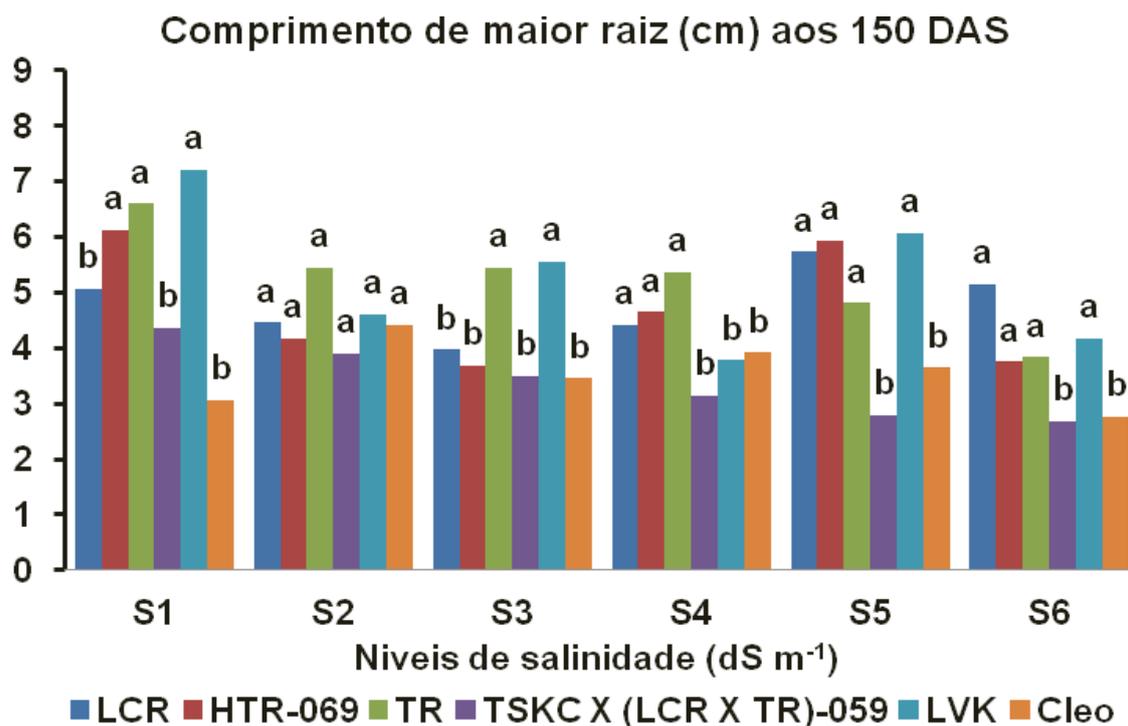


Figura 16. Evolução do comprimento da maior raiz de genótipos de citros em diferentes níveis de salinidade (1, 2, 3, 4 e 5 dS m^{-1}) em função de tempo.

No apêndice 4 encontram-se as médias (Scott-Knott) para a variável comprimento da maior raiz, a 1% de probabilidade. Observa-se a formação de dois grupos em todas as épocas de avaliação para 'S1 0 dS m^{-1} ', sendo destacados os genótipos HTR-69, *Poncirus trifoliata* e limoeiro 'Volkameriano' com a maior média de comprimento da maior raiz em relação aos demais, porém, no nível S6 5 dS m^{-1} , constatou-se a formação de dois grupos de genótipos aos 30, 60, 120 e 150, se destacando o genótipo *Poncirus trifoliata* com a maior média. Entretanto, nota-se que aos 30 DAS para S1 0 dS m^{-1} , se destacaram como superiores os genótipos HTR-69, *Poncirus trifoliata*, [TSKC x (LCR x TR)-059 e limoeiro Volkameriano tendo uma variação 3,39 a 4,59 cm. No entanto, aos 150 dias após a semeadura na ausência da salinidade (nível S1), o limoeiro 'Volkameriano' foi o genótipo que apresentou o maior comprimento da maior raiz, seguido em ordem decrescente pelo *Poncirus trifoliata*, HTR-069 e limoeiro 'Cravo'. Com ocorrência de estresse salino, na faixa entre os níveis S2 1 dS m^{-1} e S3 2 dS m^{-1} verificou-se que o *Poncirus trifoliata* e 'Volkameriano' mantiveram-se

à frente dos demais genótipos no tocante aos maiores valores para essa variável, havendo uma reação favorável do 'Volkameriano' na transição de S2 para S3.

No nível de salinidade S4 3 dS m⁻¹, *Poncirus trifoliata* e HTR-069, seguidos do limoeiro 'Cravo', foram os genótipos que apresentaram as maiores médias para o comprimento da maior raiz, enquanto que o limoeiro 'Volkameriano' voltou a sentir o impacto do estresse salino, recuperando-se novamente em S5 4 dS m⁻¹ e voltando a cair S6 5 dS m⁻¹. *Poncirus trifoliata* entre S4 e S6 apresentou tendência contínua de decréscimo nessa variável, enquanto que o limoeiro 'Cravo' e o híbrido trifoliado HTR-069 oscilaram, a exemplo do que se deu com o 'Volkameriano', manifestando possíveis respostas de adaptação ao estresse salino. Aqui surge novamente hipótese da homeostase, envolvendo os limoeiros 'Volkameriano' e 'Cravo', além de HTR-069. Este comportamento oscilante também pode, a grosso modo, ser identificado para a tangerineira 'Cleópatra', embora este genótipo tenha apresentado menores níveis de resposta no tocante às médias observadas de comprimento da maior raiz. Os genótipos *Poncirus trifoliata* e TSKC x (LCR x TR)-059 não apresentaram esse tipo de reação, manifestando um declínio constante da variável comprimento da maior raiz com o aumento dos declínios constante da variável comprimentos da maior raiz com aumento dos níveis de salinidade (Figura 17).



Legenda:

LCR (limoeiro 'Cravo' C. limonia Osbeck), HTR-069 (híbrido trifoliata), TR (Poncirus trifoliata), TSKC x (LCR x TR)-059 [tangerineira 'Sunki' comum C. sunki (Hayata) hort. Ex Tanaka x (limoeiro 'Cravo' x Poncirus trifoliata)], LVK (limoeiro 'Volkameriano' C. volkameriana V. Dez. & Pasq.) e Cleo (tangerineira 'Cleópatra' C. reshni hort. Ex Tanaka)

Figura 17: Efeito de níveis de salinidade (dS m⁻¹) sobre comprimento da maior raiz (CR) de genótipos de citros aos 150 DAS. As letras sobre cada barra representam os resultados do teste de médias (Scott Knott) para cada tempo de avaliação.

Segundo análises de regressão para a variável comprimento da maior raiz (cm) em função da salinidade para cada genótipo de citros estudado, constando-se comportamento linear decrescente nos genótipos *Poncirus trifoliata* e TSKC x (LCR x TR)-59, com uma redução de 7,07% e 8,11%, respectivamente (Figura 18). Para os demais genótipos estudados denota-se não efeito com aumento unitário da salinidade no comprimento da maior raiz, importa referir que neste grupo todos são considerados tolerantes a salinidade (STOREY & WALKER, 1999; FERNANDES et al., 2011). De acordo com Taiz & Zeiger (2004) pode ocorrer um aumento radicular até certo nível de salinidade, relacionado-se com o acúmulo de nutrientes no sistema radicular por conter no meio saís de Ca²⁺ e Mg²⁺, elementos importantes ao desenvolvimento vegetal, o que provavelmente

tenha acontecido com os genótipos que não tiveram significância com aumento unitário da salinidade aos 150 DAS, neste trabalho (Figura 18).

Péres-Tornero et al. (2009), estudando mudanças fisiológicas e de crescimento de citros *macrophylla* sob salinidade (0, 2, 4, 6, 8 e 10 dS m⁻¹ de NaCl), observaram que houve uma redução do comprimento de raiz generalizada com aumento da salinidade, mas tendo se acentuado mais entre os níveis 4 e 6 dS m⁻¹. Neste trabalho observa-se que na salinidade com 4 dS m⁻¹ houve um ligeiro aumento em relação a outros níveis de estresse. Mercado et al (2000) observaram que o desenvolvimento radicular foi o parâmetro mais afetado com sal no tomate (*Solanum lycopersicum* L.), o que também foi constatado na batata (*Ipomea batatas* L.) (MARTINEZ et al., 1996), o que não foi evidenciado neste trabalho pela maioria dos genótipos estudados (limoeiro 'Cravo', HTR-69, limoeiro 'Volkameriano' e tangerineira 'Cleópatra'), provavelmente pela capacidade dos citros em acumular nutrientes no sistema radicular quando submetidos a um meio de cultivo com a presença de nutrientes necessários. Segundo Taiz & Zeiger (2004) água, sais de Ca⁺² e Mg⁺², quando disponíveis as plantas, favorecem o ótimo desenvolvimento vegetal.

Shiyab et al. (2003), observaram que em laranjeira 'Azeda' (*C. aurantium* L.) as sementes enraizaram em 80% entre as concentrações de 0 a 5 dS m⁻¹ de NaCl, e nenhum enraizamento foi observado em concentrações maiores ou iguais a 7,5 dS m⁻¹. Contudo, constatou-se também que o número e o comprimento de raízes por genótipo reduziram-se significativamente com a salinidade, notando-se uma redução de 45% a 5 dS m⁻¹ de NaCl comparando com 0 dS m⁻¹ de NaCl. Tais resultados foram muito superiores em relação aos dados registrados neste trabalho nos genótipos que tiveram um comportamento redutório com aumento unitário da salinidade, o que de certa maneira pode dar uma indicação de que o meio de cultura provavelmente mascara o efeito da salinidade por ser uma condição ótima de cultivo.

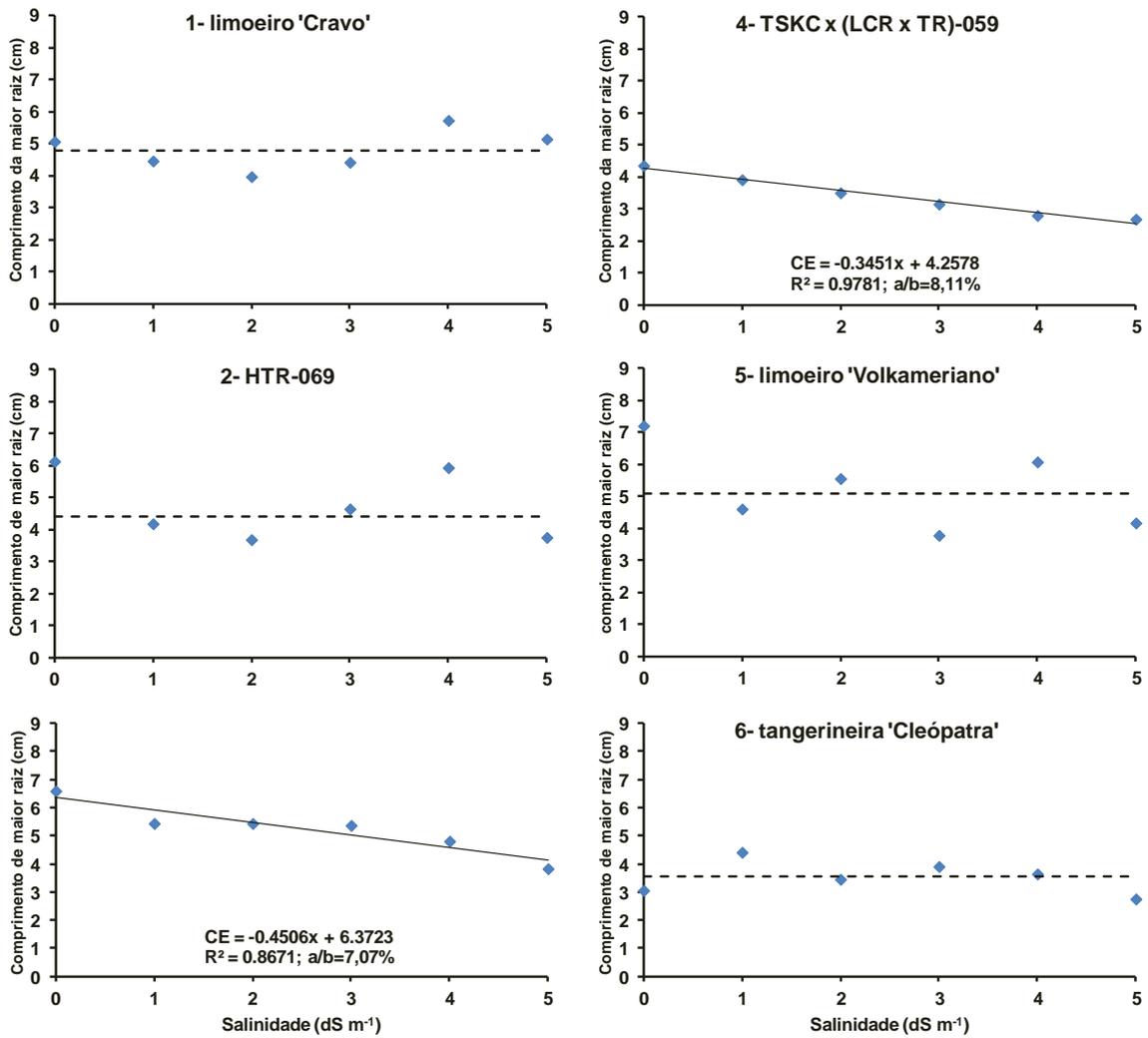


Figura 18: Efeito de níveis de salinidade ($CE_{es} = dS m^{-1}$) aos 150 DAS sobre o comprimento da maior raiz (CR) de genótipos de citros.

2.2 Fitomassa seca e relação de fitomassa

Na Tabela 4 encontra-se disposto o resumo da análise de variância para as variáveis fitomassa seca da raiz (FSRAIZ), fitomassa seca da parte aérea (FSAÉREA), fitomassa seca total (FSTOTAL) e relação parte aérea: o sistema radicular (R/PA). Não houve efeito significativo para a variável fitomassa seca da raiz para os fatores genótipos, níveis de salinidade e interação genótipo e salinidade, o que corrobora com os resultados de comprimento total de raiz. Para variável fitomassa seca da parte aérea constatou-se efeito significativo ($p < 0,01$) para todos os fatores, no entanto em termos da relação de fitomassa da parte aérea e raiz observa-se efeito significativo ($p < 0,01$) para os fatores genótipo e interação genótipo e salinidade, para o fator salinidade apenas foi significativo a 5% de probabilidade. Brito (2007), avaliando a tolerância de genótipos de citros à salinidade, constatou diferenças significativas nos fatores genótipos, salinidade e na interação para as variáveis fitomassa seca da raiz, fitomassa seca do caule, fitomassa seca das folhas e também na relação parte aérea: sistema radicular.

Tabela 4. Resumo da análise de variância de fitomassa seca da raiz (FSRAIZ), fitomassa seca da parte aérea (FSAEREA), fitomassa seca total (FSTOTAL) e relação raiz: parte aérea (R/PA), dos genótipos de citros.

VARIÁVEL	GL	QM		QM		GL	QM	CV%
		GEN	GL	SAL	SAL*GEN			
FSRAIZ	5	0,2659 ^{ns}	5	0,2380 ^{ns}	25	0,2819 ^{ns}	505,58	
FSAEREA	5	0,0158**	5	0,0050**	25	0,0014**	47,46	
FSTOTAL	5	0,1970**	5	0,0284**	25	0,0077**	33,08	
R/PA	5	18,2561**	5	3,5445*	25	3,9662**	53,37	

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ^{ns} não significativo. GL- grau de liberdade, GEN- genótipo e SAL- salinidade

Variáveis com efeito significativo dos genótipos pelo teste de médias (Scott knott) ($p < 0,01$) serão apresentadas em histograma, destacando-se o comportamento dos genótipos no nível de salinidade S6 5 dS m⁻¹ devido à sua representatividade do extremo de estresse salino no presente trabalho. Também será estudado o efeito dos níveis de salinidade por análise de regressão.

2.2.1 Fitomassa seca da parte aérea

Houve efeito significativo dos genótipos, níveis de salinidade e o efeito na interação para fitomassa seca da parte aérea (FSAÉREA) (Tabela 4). Analisando os genótipos de citros em função dos níveis de salinidade, destaca-se *Poncirus trifoliata* com a maior média nas salinidades S1 0 dS m⁻¹ e S3 2 dS m⁻¹, 0,076 e 0,059 g, respectivamente; também nos níveis de salinidade S4 3 dS m⁻¹, S5 4 dS m⁻¹ e S6-5 dS m⁻¹ ficou no primeiro grupo de genótipos com maiores médias. Contudo não se verifica diferenças significativas nos níveis de salinidade S4-3 dS m⁻¹ e S5-4 dS m⁻¹ para os genótipos limoeiro 'Cravo', *Poncirus trifoliata*, TSKC x (LCR x TR)-059 e limoeiro 'Volkameriano', observado-se uma variação nas médias por planta entre 0,038 g (S4 3 dS m⁻¹: limoeiro 'Cravo') a 0,043 g (S4 3 dS m⁻¹: *Poncirus trifoliata*). Porém no último nível de salinidade (S6 5 dS m⁻¹) os genótipos *Poncirus trifoliata* e limoeiro 'Volkameriano' destacaram-se com as maiores de médias em fitomassa seca da parte aérea, constatando-se 0,052 e 0,037 g por planta, respectivamente (Figura 19). No entanto, também no último nível de salinidade (S6 5 dS m⁻¹) o genótipo HTR-069 não diferiu significativamente dos genótipos limoeiro 'Cravo', TSKC x (LCR x TR)-059 e tangerineira 'Cleópatra'.

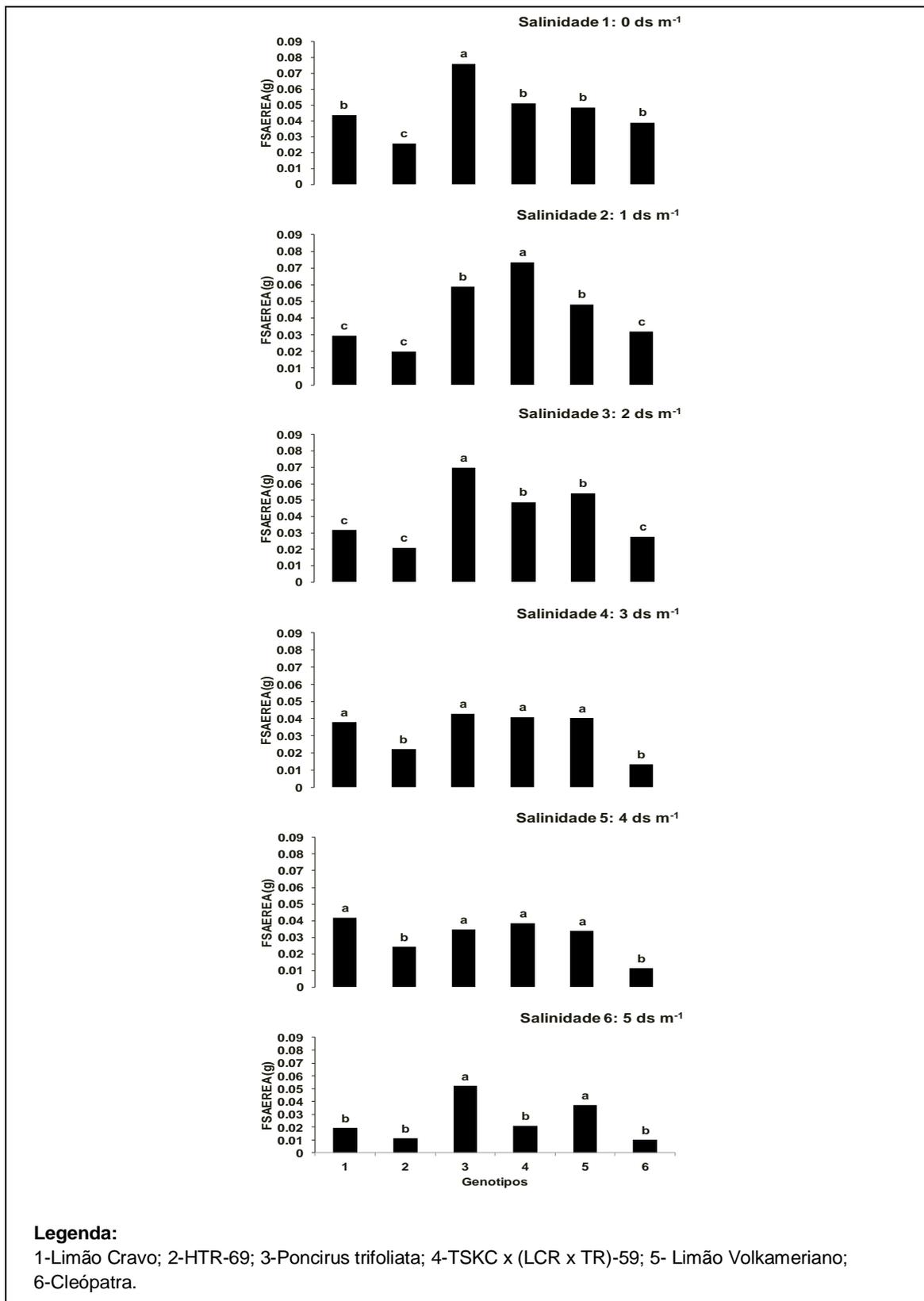


Figura 19: Teste de médias (Scott Knott) para fitomassa seca da parte aérea (FSAÉREA) (g por planta) de genótipos de citros em diferentes níveis de salinidade.

Na Figura 20 estão dispostas análises de regressão para a fitomassa seca da parte aérea, denotando-se um comportamento linear, quadrático e sem efeito da salinidade para alguns genótipos. Nota-se comportamento linear apenas para o genótipo tangerineira 'Cleópatra', com uma redução na fitomassa seca de 16,58%, com o aumento unitário do nível de estresse salino. Evidencia-se, ainda, comportamento quadrático com o aumento unitário da salinidade nos genótipos *Poncirus trifoliata*, TSKC x (LCR x TR)-059 e limoeiro 'Volkameriano', constatando-se máximo em FSAÉREA estimado nas salinidades 0, 0,55 e 0,6 ds m⁻¹, respectivamente.

Os genótipos limoeiro 'Cravo, e HTR-069 compõem o grupo sem significância, entretanto apresentam um decréscimo para a S6 5 dS m⁻¹, dando uma indicação de redução de fitomassa seca da parte aérea em níveis mais elevados de salinidade (Figura 20). Taiz & Zeiger (2004), afirmam que certos genótipos cítricos possuem capacidade de produção de massa em condições salinas até certo nível, tendo capacidade de se adaptar ao estresse com o ajustamento osmótico e a exclusão de íons tóxicos pela raiz.

Constata-se uma maior massa na salinidade S1 0 ds m⁻¹ o que se pode relacionar com a maior altura da planta e maior número de folhas vivas no mesmo nível de salinidade (Figuras 4 e 8). Segundo Toslu (1997) a absorção de íons tóxicos por plantas cítricas se faz evidente na parte aérea sob forma de partículas nas folhas e nos tecidos de raízes mais finas, assim como se observou neste trabalho, a redução gradativa das massas de tecido da parte aérea com aumento da salinidade, sugerindo que o ambiente salino exposto causou desfolha (Figura 6), diminuindo assim o acúmulo de massa com o aumento de nível de salinidade. Lea-Cox & Syversem (1993) e Brito (2007), afirmam que a absorção de carboidratos pelas plantas de citros diminui em condições salinas, ocorrendo uma redução na produção de proteínas e acúmulo de fitomassa.

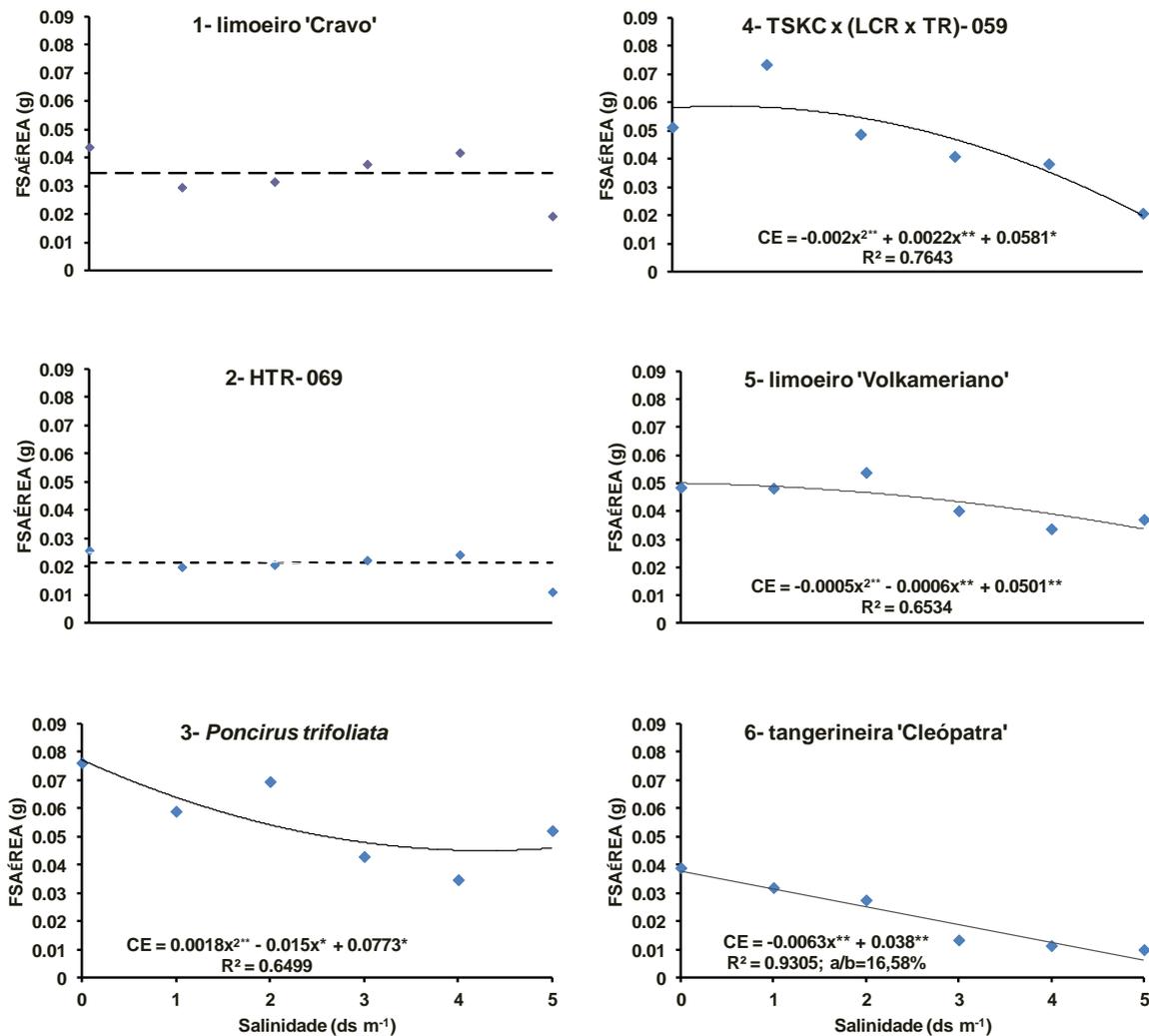


Figura 20: Efeito da salinidade (ds m⁻¹) sobre a fitomassa seca da parte aérea (FSAÉREA) (g) de genótipo de citros.

2.2.2 Fitomassa seca total

Houve efeito significativo dos genótipos, da salinidade e da interação entre eles sobre a fitomassa seca total (FSTOTAL, g), representando o somatório de fitomassa seca da raiz e fitomassa seca da parte aérea (Tabela 4). Avaliou-se os genótipos dentro de cada nível de salinidade (Figura 21) através de teste de médias (Scott knott) ($p < 0,05$) e o estresse salino dentro de cada genótipo por análise de regressão (Figura 24), observando-se modelo linear para os demais

genótipos, exceto TSKC x (LCR x TR)-059 que teve comportamento quadrático e *Poncirus trifoliata*, na qual não foi observado nenhum efeito.

Como foi observado na fitomassa seca da parte aérea, *Poncirus trifoliata* e TSKC X (LCR X TR)-059 destacaram-se com as maiores médias, enquanto que o HTR-069 teve o mesmo comportamento observado em fitomassa seca da parte aérea, enquadrando-se na média mais baixa.

O genótipo *Poncirus trifoliata* teve maior massa em fitomassa seca total em todos os níveis de salinidade estudados (Figura 21). Fernandes et al. (2011), estudando-se crescimento de híbridos e variedades de citros sob salinidade, também constataram a maior média de fitomassa seca total para os híbridos provenientes de *Poncirus trifoliata* sob efeito de salinidade, corroborando com os resultados deste trabalho. Já Reboll et al. (2000) não observaram diferenças na fitomassa seca total de plantas jovens de laranja doce [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck)], estudando a influência de águas subterrâneas em plantas cítricas.

Na Figura 22 tem-se a análise do efeito da salinidade sobre os genótipos. Observa-se que os genótipos Limoeiro 'Cravo', HTR-69, Limoeiro 'Volkameriano' e Tangerineira 'Cleópatra' tiveram comportamento linear decrescente com aumento unitário de nível de salino. Já o genótipo TSKC x (LCR x TR)-059 teve um comportamento quadrático, com aumento unitário da condutividade elétrica do meio de cultura. No entanto, para o genótipo HTR-069 não se constatou efeito com aumento unitário da salinidade.

O limoeiro 'Cravo' apresentou uma redução em FST de 9,31% por dS m^{-1} com aumento unitário da salinidade (Figura 24). Essa redução no limoeiro 'Cravo' também foi registrada por Cruz et al. (2003), em cultivo em solução nutritiva sob influência da salinidade. Os genótipos HTR-069, limoeiro 'Volkameriano' e tangerineira 'Cleópatra' também apresentaram comportamento redutório de 7,40%, 7,90% e 12,99%, respectivamente. Já o genótipo TSKC x (LCR x TR)-059, que teve um comportamento quadrático, com tendência redutória com aumento unitário da salinidade no meio de cultura, tendo o nível S6-5 dS m^{-1} registrado a fitomassa seca mais baixa.

Os resultados da Figura 22 demonstram que a maioria dos genótipos apresentou comportamento decrescente com o aumento da salinidade. Geenway (1965) e Primo-Millo & Legaz (1990) observaram que a salinidade (NaCl) reduz

consideravelmente o desenvolvimento da cevada (*Hordeum vulgare* L.) devido à diminuição no meio de concentração de íon de Ca^{2+} , fato reportado também por LaHaye e Epstein (1971), avaliando a sensibilidade do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) a cloreto de sódio. Cramer et al. (1986), reportaram que o íon de cálcio é inibido na presença de NaCl.

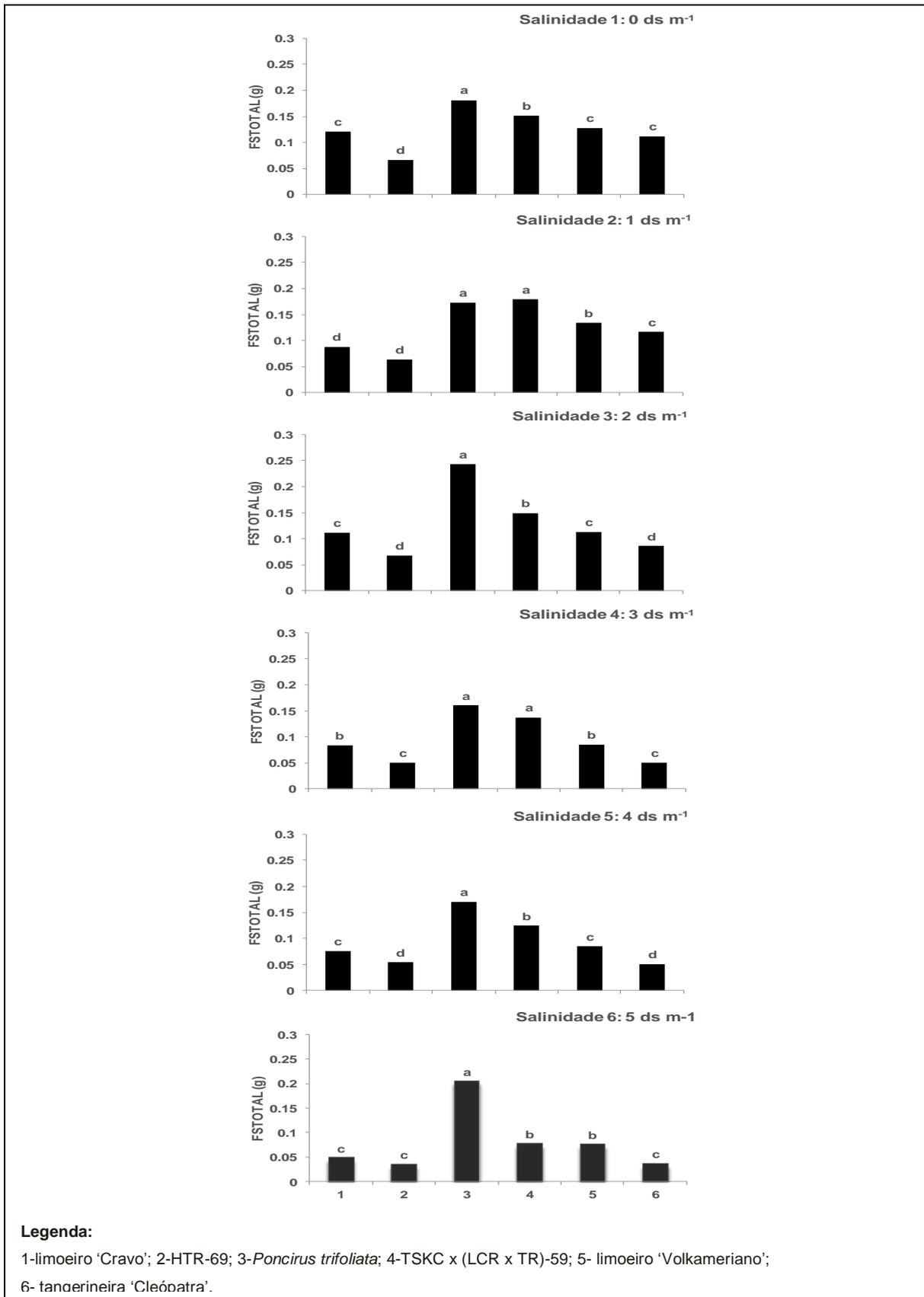


Figura 21: Teste de médias (Scott-Knott) para fitomassa seca total (g por planta) de genótipos de citros em diferentes de salinidade.

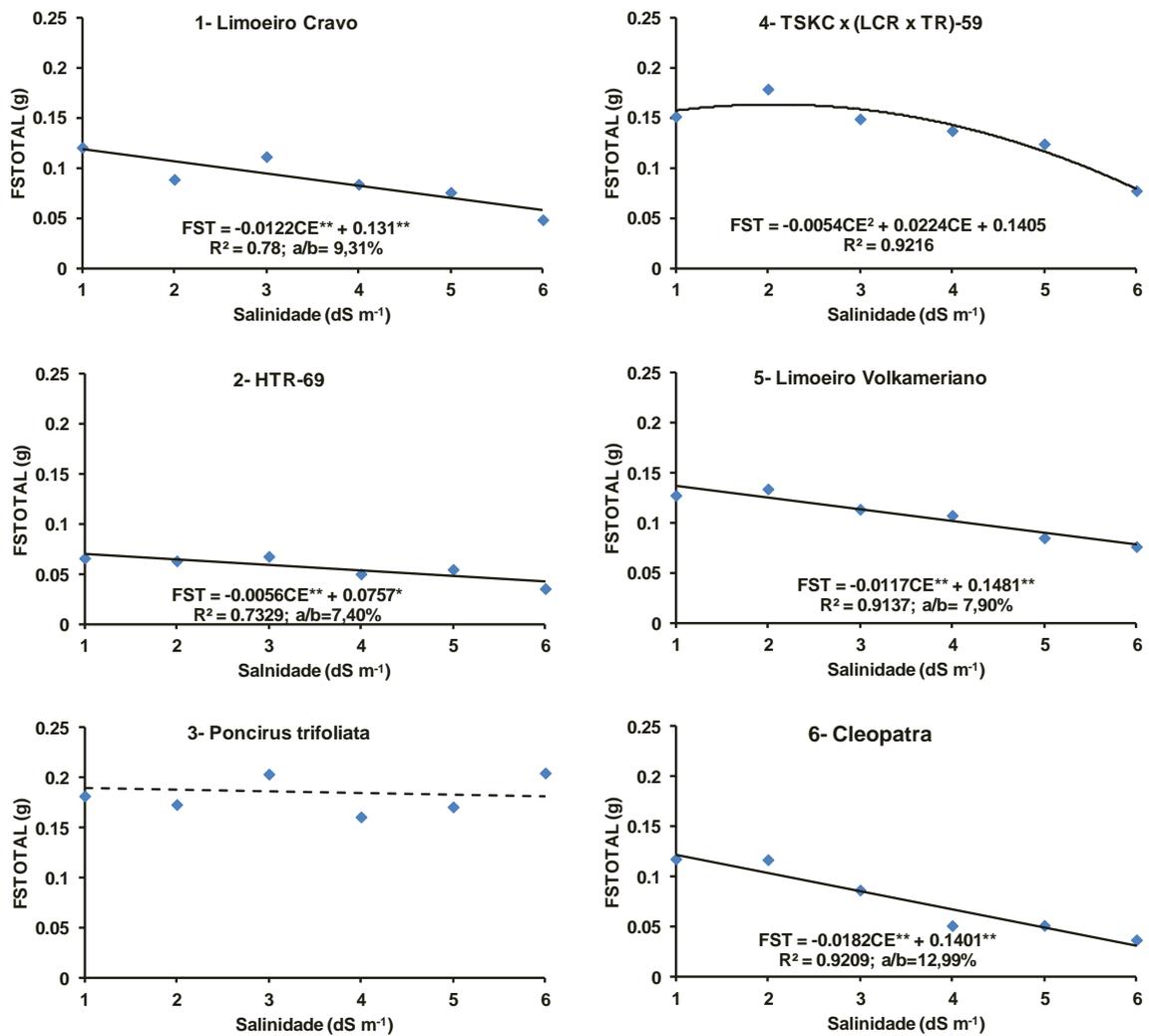


Figura 22: Efeito da salinidade (ds m⁻¹) sobre a fitomassa seca total (FSTOTAL) (g) de genótipos de citros.

2.2.3 Relação raiz: parte aérea

De acordo com o resumo da análise de variância disposta na Tabela 4, constata-se que na relação raiz: parte aérea houve efeito significativo a 1% de probabilidade para o fator genótipo e a interação de genótipo e salinidade. O efeito significativo a 5% de probabilidade foi observado somente para o fator salinidade.

Observa-se na Figura 23 que nos dois primeiros níveis de salinidade (S1 0 dS m⁻¹ e S2 1 dS m⁻¹) não se constatou diferenças entre os genótipos. A partir da salinidade S3 2 dS m⁻¹ as diferenças entre os genótipos passaram a manifestar-se, se destacando *Poncirus trifoliata* e tangerineira 'Cleópatra' com as maiores médias de relação da raiz: parte aérea, além desses genótipos o TSKC x (LCR x TR)-059 também apresentou a maior relação raiz: parte aérea em todas as salinidades, à exceção da salinidade S5 4 dS m⁻¹.

Embora tangerineira 'Cleópatra' não apresentou a mesma capacidade produtiva de *Poncirus trifoliata* relativamente a variável FSAÉREA em g, o que sugere aparentemente que a parte aérea da tangerineira 'Cleópatra' não teve um desenvolvimento melhor que o sistema radicular, levantando sua relação entre raiz: parte aérea a destacar-se entre os genótipos estudados. Esse fenômeno pode-se relacionar-se a processos fisiológicos devido ao aumento unitário do nível de estresse salino no meio de cultura, caracterizando-se pelo aumento de íons tóxicos (Cl⁻) nas folhas, conseqüentemente afetando o acúmulo de massa na parte aérea (STOREY & WALKER, 1995).

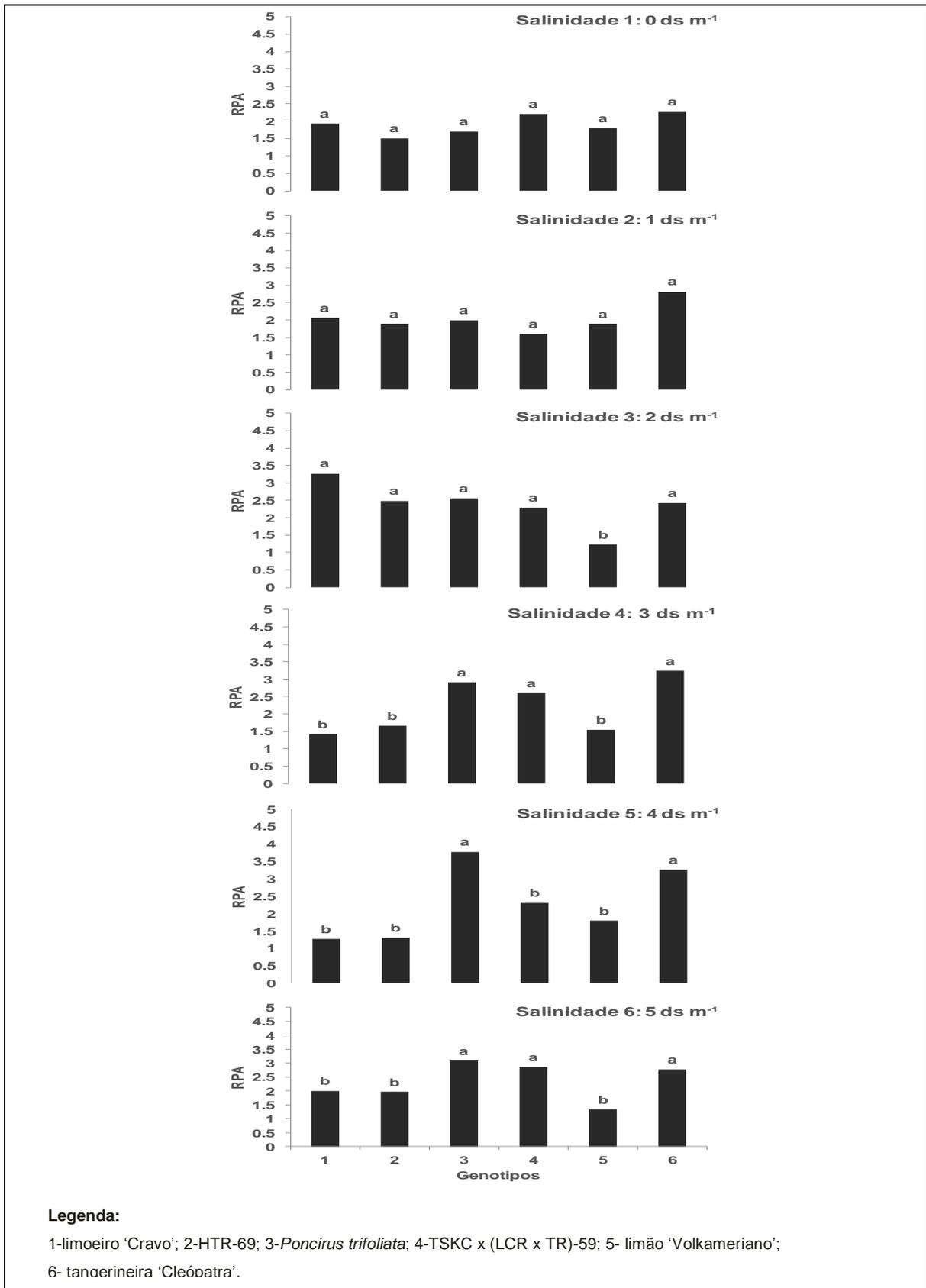


Figura 23: Teste de médias (Scott Knott) para relação raiz parte aérea (RPA) dos genótipos de citros em diferentes níveis de salinidade.

Na Figura 24 encontra-se disposta a análise de regressão para a relação raiz: parte aérea. Destaca-se comportamento quadrático para os genótipos *Poncirus trifoliata*, TSKC x (LCR x TR)-059 e tangerineira 'Cleópatra', com valor máximo estimado nas salinidades 4,0, 5, 5 e 3,2 dS m⁻¹, respectivamente, relacionando-se com a maior capacidade acúmulo de fitomassa seca nas raízes.

Na Figura 23 para a salinidade S6 5 dS m⁻¹, tem-se que os genótipos limoeiro 'Cravo', HTR-069 e limoeiro 'Volkameriano' foram os que apresentaram as médias mais baixas, observando-se ainda a não significância dos mesmos na Figura 24 com aumento unitário da salinidade, embora em alguns níveis (2 e 5 dS m⁻¹) o limoeiro 'Cravo' e HTR-069 tenham mostrado um aumento do acúmulo de fitomassa seca nas raízes, sendo que genótipo TSKC X (LCR X TR)-059 evidenciou-se com maior acúmulo de massa seca nas raízes nas salinidade 1 e 4 dS m⁻¹, respectivamente, o que poderá ter contribuído para a maior média da relação raiz parte aérea nestas salinidade.

Segundo Marschner (1995), o maior crescimento do sistema radicular promove a exploração de maior volume de água e nutriente pelas plantas no meio de cultivo, sendo útil para o crescimento das plantas, podendo porém levar também à absorção em níveis tóxicos de íons de Na⁺ e Cl⁻, o que afetará o crescimento satisfatório da planta.

Deve-se salientar que para esta variável o aumento de salinidade não afetou expressivamente a relação raiz: parte aérea. Provavelmente o período em que se manteve as plantas expostas ao estresse salino teve influência no acúmulo de fitomassa no sistema radicular e conseqüente na fitomassa seca total, o que de certa forma influenciou a relação raiz: parte aérea (SOARES et al 2006).

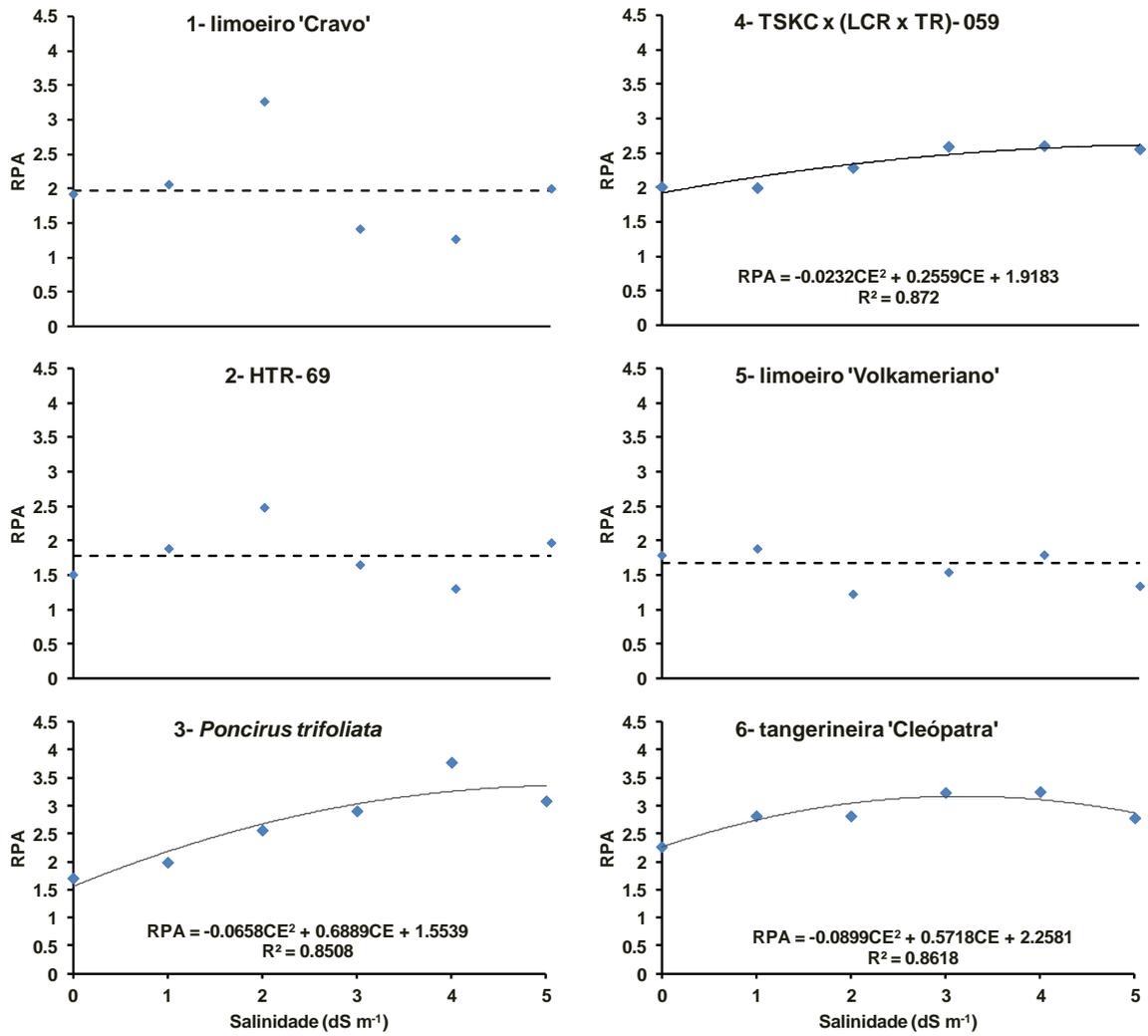


Figura 24: Efeito da salinidade (ds m⁻¹) sobre a relação raiz: parte aérea (RPA) de genótipos de citros.

2.3 Classificação dos genótipos

A classificação dos genótipos quanto a tolerância à salinidade, baseou-se na frequência dos melhores genótipos na análise de variáveis de crescimento e no rendimento relativo na salinidade 5 dS m^{-1} , por serem nível de maior estresse, em função da variável fitomassa seca total.

Quanto ao número de folhas vivas durante o experimento, observou-se que limoeiro 'Cravo' e limoeiro 'Volkameriano' destacaram-se com as melhores médias nos três últimos níveis de salinidade.

Com relação ao número de folhas mortas, observou-se distinção entre os genótipos em todos os períodos de avaliação, destacando-se o híbrido HTR-069 com a menor queda foliar e tangerineira 'Cleópatra' com a maior abscisão foliar.

Para altura de planta aos 150 DAS, observou-se que *Poncirus trifoliata* e limoeiro 'Volkameriano' sobressairam-se com as maiores médias na maioria épocas de avaliação.

Quanto a comprimento de maior raiz, observou-se as maiores médias no limoeiro 'Cravo', HTR-069, *Poncirus trifoliata* e limoeiro 'Volkameriano'.

Em todas as quatro variáveis estudadas (NFV, NFM, AP e CR), o limoeiro 'Volkameriano' destacou-se sempre entre as maiores médias em todos os períodos de avaliação.

Em relação ao critério de classificação dos genótipos tolerantes à salinidade pelo método do rendimento relativo (FAGERIA et al., 2010) (Tabela 7), baseando-se em fitomassa seca total, foram avaliadas as reduções nas expressões que se verificaram sob os últimos dois níveis de maior salinidade em relação ao controle S1 0 dS m^{-1} .

Tabela 5. Resumo da avaliação de tolerância ao estresse salino pelo método do rendimento relativo da fitomassa seca total (RRFST) (FAGERIA et al., 2010)

GEN	RRFST(%)	Classes (%)	Índice
1	50,83	41-60	MS
2	46,15	41-60	MS
3	12,67	0-20	T
4	48,89	41-60	MS
5	40,15	21-40	MT
6	67,21	>60	S

*T=tolerante; MT=moderadamente tolerante, MS=moderadamente sensível, S=Sensível, 1-limoeiro 'Cravo', 2-HTR-069, 3-*Poncirus trifoliata*, 4-TSKC x (LCR x TR)-059, 5-Limoeiro 'Volkameriano' e 6-tangerineira 'Cleópatra'. GEN- genótipos.

Na Tabela 5, constata-se que:

Na salinidade S6-5 dS m⁻¹: Genótipo tolerante (T) foi *Poncirus trifoliata*. Genótipos moderadamente tolerantes (MT) foram TSKC x (LCR x TR)-059 e limoeiro 'Volkameriano'. Genótipos moderadamente sensíveis (MS) foram limoeiro 'Cravo' e HTR-069. Genótipo sensível (S) foi Tangerineira 'Cleópatra'.

Combinando os dois critérios (frequência na análise de variáveis de crescimento e método de rendimento relativo da fitomassa seca total), observa-se que limoeiro 'Volkameriano' e *Poncirus trifoliata* destacaram-se-se como sendo os melhores.

CONCLUSÕES

1. Não houve diferenças em número de folhas vivas entre os genótipos no último nível de estresse (5 dS m⁻¹) aos 150 dias após de semeadura.
2. Maior capacidade na emissão de folhas nos genótipos limoeiro 'Cravo' e 'Volkameriano'.
3. A tangerineira 'Cleópatra' foi mais afetado na abscisão foliar no último nível de estresse (5 dS m⁻¹) e teve a maior redução percentual com o aumento unitário da salinidade.
4. Nos genótipos Limoeiro 'Cravo' e 'Volkameriano', a salinidade não afetou expressivamente as variáveis de crescimento (NFV, NFM, AP e CR) durante o experimento.
5. A fitomassa seca é referenciada em estudos sobre salinidade por ser uma variável mais sensível, contudo neste trabalho isto não ficou evidenciado devido à não significância da fitomassa da matéria seca da raiz.
6. Classificando os genótipos quanto à salinidade, com base no rendimento relativo no último nível de estresse salino: Genótipo tolerante (T) foi *Poncirus trifoliata*. Genótipos moderadamente tolerantes (MT) foram TSKC x (LCR x TR)-59 e Limoeiro 'Volkameriano'. Genótipos moderadamente sensíveis (MS) foram Limoeiro 'Cravo' e HTR-69. Genótipo sensível (S) foi Tangerineira 'Cleópatra'.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, S. C.; SOUZA, M. Influência da adubação e vigor dos ramos porta borbulhas na qualidade dos enxertos de citros. **Ciência e prática**, v. 18, p. 151-157, 1994.
- ASCH, F.; DINGKUHN, M.; DORFFING, K. Salinity increases CO₂ assimilation but reduces growth in field grown irrigated rice. **Plant Soil, The Hague**, v. 218, p. 1-10, 2000.
- BOAVENTURA, P.S.R. Demanda por nutrientes de porta-enxertos e mudas cítricas produzidas em substrato em ambiente protegido. IAC, Campinas, 2003. Dissertação (Mestrado em agricultura tropical e subtropical)
- BRITO, M. E. B., Tolerância de porta-enxertos de citros à salinidade.). UFCG, Campina Grande. 2007.
- CABANERO, F.J.; MARTINEZ, V.; CARVAJAL, M. Does calcium determine water uptake under saline conditions in pepper plants, or is it water flux, which determines calcium uptake. **Plant science**, v.166, p.443- 450, 2004.
- CERDÁ, A.; NIEVES, M.; GUILLEN, M.G. Salt tolerance of lemon trees as affected by rootstock. **Irrigation Science**, v. 11, n.2, p. 245-249, 1990.
- CERQUEIRA, E.C.; CASTRO NETO, M.T.; PEIXOTO, C.P.. Resposta de porta-enxertos de citros ao déficit hídrico. **Revista Brasileira Fruticultura**, v.26, n.3, p.515-519, 2004.
- DECARLOS NETO, A.; SIQUEIRA. D.L.; PEREIRA, P.R.G.; ALVAREZ, V.H., Crescimento de porta-enxertos de citros em tubetes influenciados por doses de 'N'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 199- 203, 2002.
- DIAS, N.S.; BLANCO, F.F. Efeito de sais no solo e na planta. In: Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados, INCTSal, 2010, p. 129-140.
- ESTEVES, B. S.;SUZUKI, M. S. Efeito da salinidade sobre as plantas. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, p. 662-679, 2008.
- FERNANDES, P.D.; BRITO, M.E.B.; GHEYI, H.R.; SOARES FILHO, W.S.; MELO, A.S.; CARNEIRO, P.T. Crescimento de híbridos e variedades porta-enxerto de citros sob salinidade. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n.2, p. 259-267, 2011.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para windows versão 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria. São Carlos. SP, v. 45, 2000, p. 255- 258.

GARCÍA-LEGAZ, M.F.; ORTIZ, J.M.; GARCÍA-LIDÓN, A.; CERDÁ, A., Effect of salinity on growth, ion content and CO₂ assimilation rate in lemon varieties on different rootstock. **Physiology plantarum**, v.89, p. 427- 432, 1993.

GOMES, I.A.; DANTAS, C.V.S.; MARQUES, M.T.F., MACEDO, C.E.C., Respostas de calos embriogênicos de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) a diferentes concentrações de cloreto de sódio. **Revista Plant cell culture & micropropagation**, v.5, n. 2, p. 94- 101, 2009.

GREENWAY, H.; MUNNS, R., Mechanisms of salt tolerance in nonlophytes. Annu. **Revista Plant Physiology**. n.31.p.141-190.1980

LACERDA, C.F., Crescimento e acúmulo de solutos orgânicos e inorgânicos em dois genótipos de sorgo forrageiros submetidos a estresse salino. UFV, 2000, Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal),

LAHAYE, P.; EPSTEIN, E. Calcium and salt toleration by bean plants. **Revista Plant Physiology**, n.25, p.213-218, 1971.

LEA-COX, J.; SYVERTSEN, J.P. Salinity reduces water use and nitrate-N-use efficiency of Citrus. **Annal Botany**, v. 72, p. 47- 54,1993.

LEVY, Y.; SHALHEVET, J.; LIFSHITZ, J., The effect of salinity on citrus rootstock and scions. **Society Citriculture**. VII intl. citrus congress, v.1, 1992, p. 391- 396.

LIFSHITZ, j., DAVID, Y., The response of several citrus genotypes to high-salinity irrigation water. **Hortscience**, n.5, v. 34, p.878-881, 1999.

LLOYD, J.; HOWIE, H., Salinity, stomatal responses and whole-tree hydraulic conductivity of orchard Washington navel orange, *Citrus sinensis* (L). **Journal agriculture**, v.40, p.359- 369, 1989a.

LLOYD, G.; McCOWN, B. Commercially-feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot-tip culture. **International Plant Prop. Society Proceedings**, n. 30, p. 421-427, 1980.

MAAS, E.V., Salinity and citriculture. **Tree physiology**, v.12, p. 236- 246,1993.

MEDEIROS, P.R.F.; SILVA, Ê.F.F.; DUARTE, S.N. Salinidade em ambiente protegido. In manejo da salinidade na Agricultura. In: Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. INCTSal. Cap. 16, 2010, p. 83-91.

MERCADO, J.A.; SANCHO-CARRASCOSA, M.A.; JIMENEZ-BERMUDEZ, S.; PERAN, MUNNS, R., Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, cell and environment**, v. 25, p. 239-250, 2002.

NAVARRO, J.M.; GARRIDO, C.; MARTINEZ, V.; CARVAJAL, M. Water relations and xylem transport of nutrients in pepper plants grown under two different salts stress regimes. **Plant grown regulators**, v.41, p.237- 245, 2003.

QUESADA, R.; PLIEGO-ALFARO, F.; QUESADA, M.A. Assessment of in vitro growth Of apical stem sections and adventitious organogenesis to evaluate salinity tolerance in cultivated tomato. **Plant Cell Tissue Órgão Cultivated**, v. 62, p.101–106. 2000.

PEIXOTO, C.P.; CERQUEIRA, A.C.; SOARES FILHO, W.S., CASTRO NETO, M.T. DE, LEDO, C.A.SS., MATOS, F.S.A., OLIVEIRA, J.G. DE, Análise de crescimento de diferentes genótipos de citros cultivados sob déficit hídrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n. 3, p. 439- 443, 2006.

PEIXOTO, C.P., CRUZ, T.V., PEIXOTO, M.F.S.P., Análise quantitativa do crescimento de plantas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 13, p. 76, 2011.

PÉREZ-TORNERO, O.; TALLÓN, C.I.; PORRAS, I.; NAVARRO, J.M. Physiological and growth changes in micropropagated Citrus macrophylla explants due to salinity. **Journal of plant physiology**, v. 166, p.1923- 1933, 2009.

POMPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos. In: RODRIGUES, O.; VIEGAS, F.C.; POMPEU JUNIOR, J.; AMARO, A.A. (Ed.). Citricultura Brasileira. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, v.1, p.265-280. 1991.

PRIMO-MILLO, E.; BAÑULS, J. Effects of salinity on some citrus scion-rootstock combinations. **Annals of Botany**, v.76, p.97- 102,1995.

RUIZ, D.; MARTÍNEZ, V.; CERDÁ, A., Citrus response to salinity: growth and nutrient uptake. In: Tree physiology: Heron publishing, v.17, 1997, p.141-150.

SCHÄFER, G; BASTIANEL, M.; DORNELLES, A. L. C. Porta-enxertos utilizados na citricultura. **Ciência Rural**, v.31, n.4, p.723-733, 2001.

SCHWEEN, G.; SCHWENKEL, H. G. Effect of genotype on callus induction, shoot regeneration, and phenotypic stability of regenerated plants in greenhouse of Primula ssp. **Plant Cell, Tissue and Organic Culture**, Dordrecht, v.72, p. 53-61, 2003.

SHIYAB, S. M.; SHIBLI, R.A.; MOHAMMAD, M. M., Influence of sodium chloride salt stress on growth and nutrient acquisition of sour orange in vitro. **Journal Plant Nutrition**, v. 26, p. 985–996, 2003.

SOARES, T.M.; DUARTE, S.N.; GRAF, C.C.D.; ZANETTI, M.; ZOCCHI, S.S., Produção de mudas cítricas utilizando águas salinas. *Irriga*, v.10, n. 3, p.288-298. 2005.

STOREY, R.; WALKER, R.R. Citrus and salinity. Amsterdam: **Elsevier Scientific, Scientia horticulturae**, v.78, p.39-81, 1999.

STOREY, R., Salt tolerance, ion relations and effect of root medium on the response of citrus to salinity. **Journal plant physiology**, v.22, p.101-114, 1995.

TAIZ, L.; ZEIGER, E., Fisiologia vegetal. Art:med.Porta Alegre.p. 718-719.2004

TESTER, M.; DEVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of botany**, v.91, n.5, p.503-527, 2003.

TOZLU, I., Salinity stress responses and mapping QTL involved in growth, dry matter, and ion uptake in salinized and non-salinized Citrus an Poncirus. Universidade da Florida, 1997, Tese (Doutorado em engenharia agrícola),

ZALE, J. M.; BORCHADT-WIER, H.; KIDWELL, K. K.; STEBER, C. M. Callus induction and plant regeneration from mature embryos of a diverse set of wheat genotypes. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, Dordrecht, v. 76, p. 277-281, 2004.

ZEKRI, M.; PEARSONS, L.R. Salinity tolerance of citrus rootstock: effects of salt on root and leaf mineral concentrations. **Plant and soil**, v.147, p. 171- 181,1992.

CAPÍTULO 2

CRESCIMENTO, EM CULTIVO HIDROPÔNICO, DE GENÓTIPOS DE CITROS SUBMETIDOS AO ESTRESSE SALINO

Crescimento, em cultivo hidropônico, de genótipos de citros submetidos ao estresse salino

Autor: Fredson Moisés Figueira da Pátria

Orientador: Maurício Antônio Coelho Filho

Co-orientador: Tales Miler Soares

RESUMO:

Objetivou-se neste trabalho avaliar a tolerância à salinidade de genótipos de citros em condições hidropônicas. Para tal, foi realizado um experimento em casa de vegetação, localizado no Município de Cruz das Almas. Os tratamentos foram compostos por dois fatores: seis níveis de salinidade da água composta por S1 0,30 dS m⁻¹, S2 1,46 dS m⁻¹, S3- 2,43 dS m⁻¹, S4- 3,57 dS m⁻¹, S5-4,53 dS m⁻¹ e S6-4,93 dS m⁻¹, e três genótipos de citros, sob a forma de seedlings de origem nucelar ou pés franco, a saber: 1- limoeiro 'Cravo', 2- HTR-069 e 3- TSKC x (LCR x TR)-059. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com 3 repetições, sendo a unidade experimental composta por três plantas. A cada 15 dias foram avaliados o número de folhas; a altura da planta e o diâmetro do caule. No término do experimento, aos 75 dias após o transplântio foram também avaliados massas de matéria seca da raiz, do caule das folhas e de toda planta, as taxas de crescimento relativo da altura e do diâmetro do caule, a relação das massas de matéria seca da raiz e da parte aérea, além do teor de água nas folhas. Com base na matéria seca total os genótipos foram classificados quanto a tolerância à salinidade pelo método de rendimento relativo. O limoeiro 'Cravo' apresentou maior redução relativa para cada acréscimo unitário na CEa (dS m⁻¹) para as variáveis altura de planta, número de folhas, diâmetro de caule, taxa de crescimento relativo de diâmetro de caule e massa de matéria seca da raiz. Baseando-se no rendimento relativo, os genótipos classificam-se em: limoeiro 'Cravo' como moderadamente tolerante, HTR-069 como moderadamente sensível e TSKC x (LCR x TR)-059 como moderadamente tolerante.

Palavras Chaves: *Citrus limonia*, *C. Sunki*, *Poncirus*, híbridos, tolerância à salinidade, *seedlings*, vigor de planta.

Growth in hydroponic cultivation of citrus genotypes subjected to salt stress

Author: Fredson Moisés Figueira da Pátria

Advisor: Maurício Antônio Coelho Filho

Co-adviser. Tales Miler Soares

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the salt tolerance of citrus genotypes in hydroponic conditions. To this end, an experiment was conducted in a greenhouse, located in the Municipality of Cruz das Almas. The treatments consisted of two factors: six levels of salinity of water composed of S1 0.30 dS m⁻¹, S2 1.46 dS m⁻¹, S3 2.43 dS m⁻¹, S4-3.57 dS m⁻¹, S5 4, 53 dS m⁻¹ and S6 4, 93 dS m⁻¹, and three genotypes of citrus in the form of nucellar seedlings, namely: 1 - 'Rangpur' lemon 2 - HTR-069 and 3 - TSKC x (LCR x TR) -059. The experimental design was a randomized block with 3 replications and the experimental unit consisted of three plants. Every 15 days we assessed the number of leaves, plant height and stem diameter. At the end of the experiment, 75 days after transplanting were also evaluated dry weight of root, stem and leaves of every plant, the relative growth rates of height and stem diameter, the ratio of dry weight root and shoot, and the water content in the leaves. Based on total dry matter genotypes were classified as salinity tolerance by the method of relative income. The 'Rangpur' showed greater relative reduction for each unit increase in CEa (dS m⁻¹) for plant height, number of leaves, stem diameter, relative growth rate of stem diameter and dry mass of root. Based on the relative yield, genotypes classified into: Rangpur as moderately tolerant, HTR-069 as moderately sensitive and TSKC x (LCR x TR) -059 as moderately tolerant.

Key words: *Citrus limonia*, *C. Sunki*, *Poncirus*, hybrids, salinity tolerance, seedlings, plant vigor.

1. INTRODUÇÃO

No semiárido brasileiro é comum a existência de águas salobras nas reservas subterrâneas, devido às características geológicas do solo. No domínio das rochas cristalinas a exploração dessas reservas somente é viável para a produção agrícola caso haja tecnologias adequadas ao uso de águas salobras (SOARES, 2007).

Várias pesquisas vêm estudando a possibilidade de utilização de águas salobras na agricultura (SECKLER et al., 1998; AYERS & WESCTCOT, 1999; RHOADES et al., 2000; LACERDA et al., 2010) dentre essas, algumas visam investigar a tolerância das culturas aos sais (REED, 1996; CRUZ et al., 2003; DIAS & BLANCO, 2010). Neste sentido, deve-se reunir estratégias ao longo prazo que garantam a sustentabilidade socioeconômica e ambiental dos sistemas agrícolas (BELTRÁN, 1999).

Soares (2007) afirma que diversos estudos demonstram a viabilidade da utilização de águas salobras na agricultura convencional em solo do Semiárido. Por exemplo, na região de Mossoró, RN, tem-se utilizado água de irrigação com até 4 dS m⁻¹, com bons rendimentos nas culturas da melancia e do melão (MEDEIROS et al., 2005).

De fato, diversas práticas podem viabilizar a utilização de águas salobras, sendo uma das principais o uso de genótipos com boa tolerância à salinidade. Assim, tem-se a necessidade de se desenvolver metodologias para avaliar o efeito a esse fator abiótico sobre o crescimento das plantas, verificando processos que eventualmente possam ser responsáveis pelo mecanismo de tolerância (BRITO, 2007).

O caráter tolerância à salinidade tem recebido grande atenção no processo de seleção de novos genótipos de citros, uma vez que, quando cultivados em solos com altos teores de salinidade, citros apresentam grande dificuldade no crescimento, com reflexos significativos na produção de frutos (STOREY, 1995). De acordo com Maas (1993), quando os íons Na⁺ e Cl⁻ são excessivamente absorvidos pelas plantas ocorre paralisação da divisão celular no meristema apical do caule e redução do potencial osmótico da solução de crescimento, resultando em drástica restrição do seu crescimento, com conseqüente menor eficiência na absorção de nutrientes e maior sensibilidade ao estresse hídrico.

A avaliação da tolerância à salinidade em plantas cítricas em condições de campo possibilita uma maior proximidade das condições naturais de cultivo. No entanto, eficiência dessas avaliações pode ser reduzida em virtude de vários fatores de difícil controle que atuam sobre o desempenho das plantas (FERREIRA et al., 2006; CRESTANI et al., 2011), como o não-controle da evaporação, a ocorrência de fração de lixiviação e maior impacto ambiental (SOARES, 2007). Neste sentido, o cultivo hidropônico tem sido empregado em vários trabalhos de seleção de genótipos tolerantes à salinidade, entre elas, rúcula (*Eruca vesucaria sativa* L.) (SANTOS, 2010), aveia (*Avena sativa* L.) (CRESTANI et al., 2011) e alface (*Lactuca sativa* L.) (SEDIYAMA, 2007), devido ao maior controle de ambiente e facilidade de visualização do efeito específico do NaCl, além de evidenciar elevada correlação com resultados obtidos no campo (SPEHAR & SOUZA, 2006; CRESTANI et al., 2011). Aliado a isto, permite também a avaliação de um grande número de genótipos em período de tempo reduzido, proporcionando ganhos significativos na eficiência de seleção de genótipos (CRESTANI et al., 2011).

A literatura especializada apresenta alguns modelos de sistemas hidropônicos para se estudar a sensibilidade das culturas à salinidade e classificá-las de acordo com sua tolerância aos sais (STEPPUHN; et al., 2005; FERREIRA et al., 2005; SOARES, 2007). Entre eles, o modelo DFT (técnica do fluxo profundo) ou hidropônica com substrato proposto por Corrêa et al. (2011) tem sido largamente adotado na produção e avaliação de mudas frutíferas, inclusive citros (FAQUIN, 2008).

Nos últimos anos vem sendo testado no Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), Campus Bambuí, o sistema hidropônico DFT modificado com vários tipos de substratos tais como bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp), vermiculita e resíduos de casca de pinho, na avaliação de algumas culturas frutíferas como goiabeira (*Psidium guajava* L.), nespereira (*Eriobotrya japonica* Lindl.), pitangueira (*Eugenia florida* DC.) e jenipapeiro (*Genipapa americana* L.) (dados ainda não publicados). Este sistema tem sido eficiente na produção de mudas. Neste sentido se faz necessário otimizar a eficiência no processo de avaliação e seleção de genótipos tolerantes à salinidade. Desta forma, neste trabalho objetivou-se avaliar o comportamento de

genótipos de citros sob salinidade, quando cultivados no sistema DFT modificado, a fim de validar a eficiência desta metodologia de avaliação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de 20/10/2012 a 05/01/2013, em casa de vegetação localizada no campus da UFRB, na cidade de Cruz das Almas – BA ($12^{\circ}40'39''$ de latitude Sul e $39^{\circ}06'23''$ de longitude Oeste, com altitude de 226 m). A casa de vegetação instalada apresenta calhas laterais de alumínio com 24 m de comprimento, 7 m de largura, 4 m de altura no pé direito, largura do arco de 6 m e colunas de aço galvanizado. As telas são do tipo sombrite nas laterais e acrescidas de filme plástico (anti UV, 150 nm). Seu piso é coberto por brita, visando aumentar a vida útil do sistema de bombeamento e melhorar as condições fitossanitárias (Figura 25).



Figura 25. Visão externa (a) e Casa de vegetação onde foi desenvolvido o experimento (b).

Segundo Almeida (1999), o clima da região é classificado como úmido a subúmido, com umidade relativa e temperatura média anuais de 80% e $24,5^{\circ}\text{C}$, respectivamente, apresentando pluviosidade média anual de 1.170 mm. Ao longo do experimento, a partir de dados obtidos pela estação meteorológica automática do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) (2012 e 2013) (latitude $12^{\circ}40'39''$ Sul; longitude $39^{\circ}06'23''$ Oeste; altitude 225,87 m), os valores instantâneos (a cada hora) de

temperatura, de umidade relativa do ar e média diária de evapotranspiração de referência nesta cidade oscilaram de 18,9 a 33,9°C, de 28% a 93% e de 2,68 a 5,77 mm, respectivamente (Figura 26).

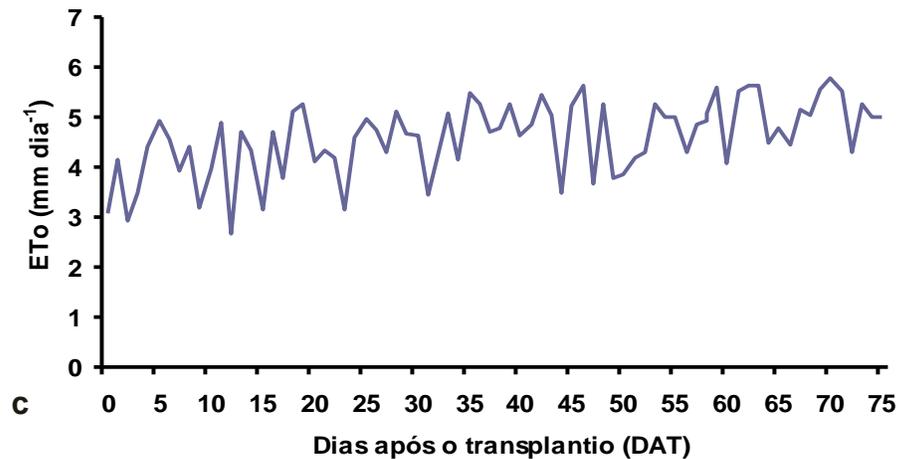
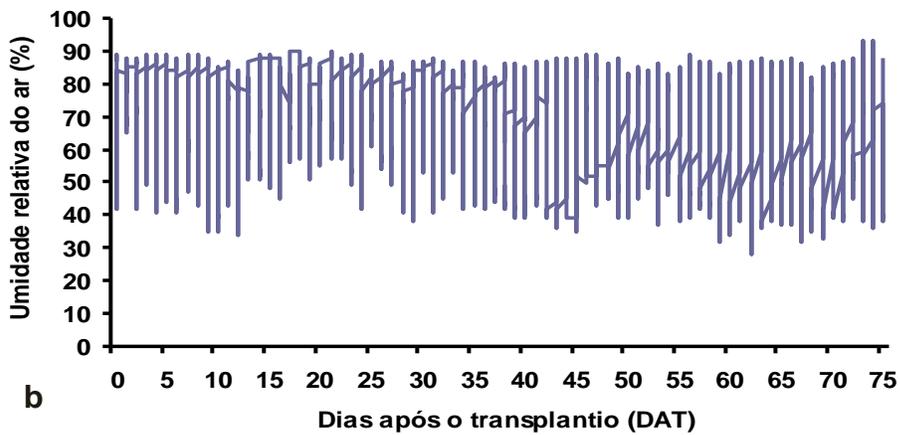
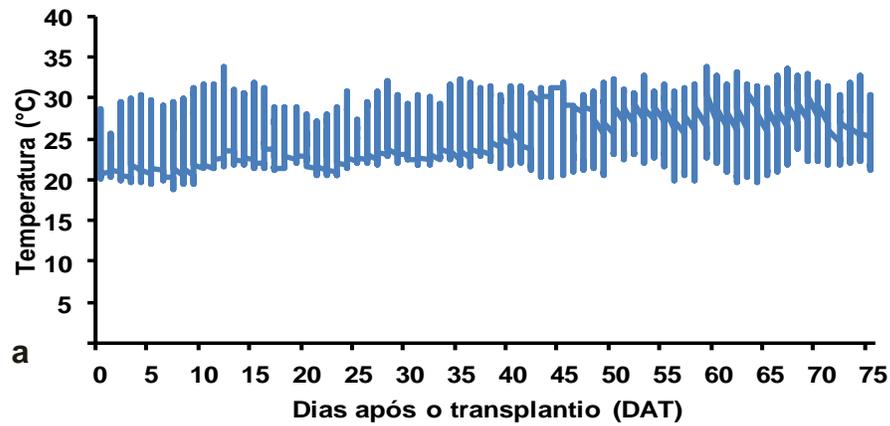


Figura 26. Variações diárias de temperatura (a), umidade relativa do ar (b) e evapotranspiração de referência (ETo) (c), durante o experimento, medidas na estação meteorológica automática da rede INMET no

Município de Cruz das Almas - BA (Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia, 2012).

Para monitoramento das condições internas do ambiente na casa de vegetação durante o experimento, foram coletados, a cada hora, dados de temperatura do ar e de umidade relativa do ar à altura das plantas. Para tal, utilizou-se estação automática (Nexus- B0017HK6Z4) que também fazia o armazenamento dos dados.

2.1 Estrutura experimental

A estrutura experimental adotada foi adaptada de Corrêa et al. (2011). Foram construídas 18 bancadas que individualmente correspondem a um sistema independente de cultivo hidropônico (Figura 27), com base no princípio da capilaridade. Cada bancada foi constituída por dois reservatórios de solução nutritiva: um superior construído em madeira com capacidade para 120 L de solução e revestido com plástico dupla face e outro inferior, uma bombona plástica azul com capacidade para 80 L (Figura 28).



Figura 27. Vista da construção dos reservatórios superiores.

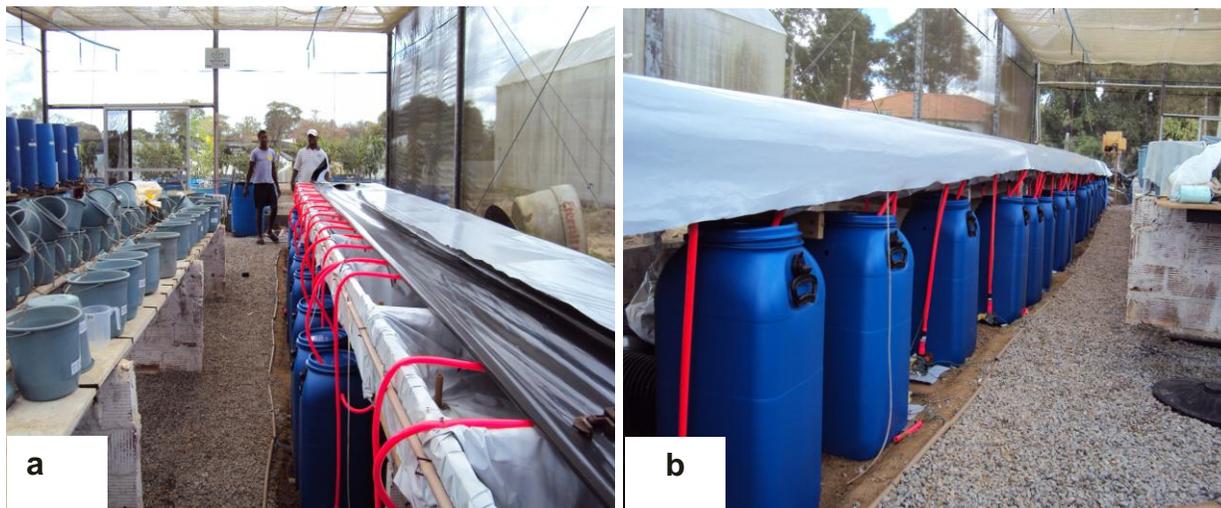


Figura 28. Vista dos reservatórios superiores e inferiores instalados no sistema (a) e Bombonas plásticas usadas como reservatórios inferiores de solução nutritiva (b).

Mediante uma eletrobomba de circulação (Invensys, autoventilada, modelo BAV1110-01UC, acionada por motor monofásico, 120 V de tensão, 60 Hz de frequência, 32 W de potência, corrente nominal de 2 A, isolamento classe B, 130° C), a solução nutritiva foi periodicamente recalçada do reservatório inferior para o superior (Figura 29), garantindo a aeração e a homogeneização da solução. As eletrobombas e os reservatórios inferiores foram instalados em uma mesma cota, independente do relevo. Manteve-se, desse modo, a mesma diferença de nível entre o fundo do reservatório e o eixo da bomba, em todas as bancadas.

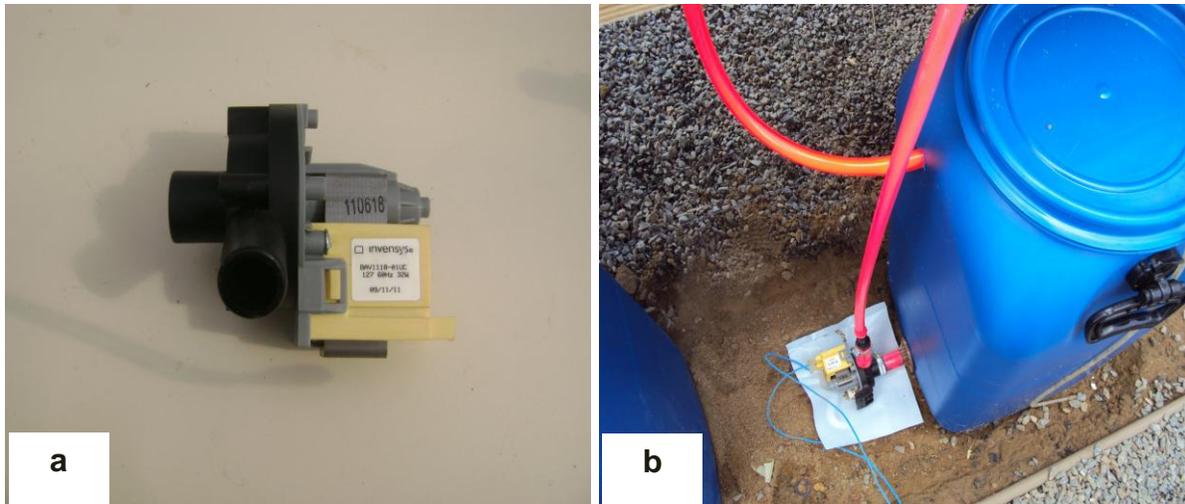


Figura 29. Eletrobomba de circulação para movimentação da solução nutritiva (a) e Eletrobomba instalada para o recalque da solução nutritiva (b).

Na estrutura hidropônica, as bancadas foram instaladas a uma altura de 0,7 m do solo, possuindo comprimento total de 14,5 m, largura de 1,2 m e altura de 0,2 m. Essa estrutura foi sustentada em paredes de tijolos e também com peças de madeiras (Figura 30). Além do revestimento interno, todas as bancadas foram cobertas com plástico dupla face, visando evitar a entrada de luz e eventuais perdas de solução por evaporação.

Para alimentação do reservatório superior de cada bancada foi usada uma mangueira de 16 mm ligada à eletrobomba e que continha quatro gotejadores autocompentes espaçados em 0,2 m, com vazão de 4L h^{-1} ; o objetivo dessa distribuição de emissores foi garantir a oxigenação da solução nutritiva no reservatório superior. O excesso de solução nutritiva que não foi derivado para o reservatório superior retornava ao reservatório inferior pela própria mangueira de abastecimento.

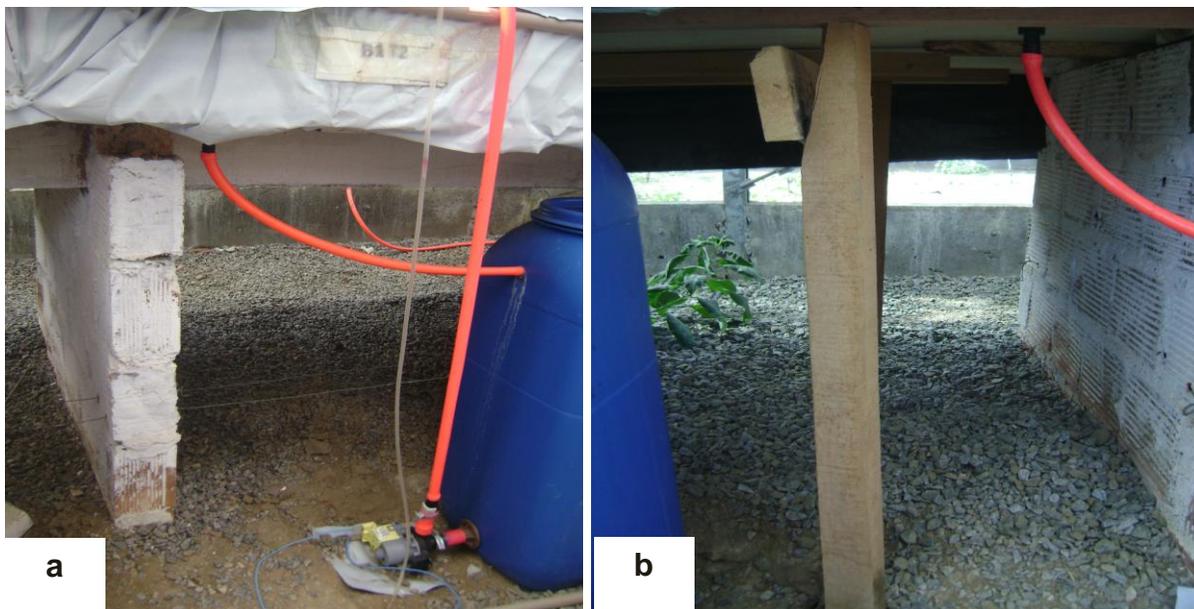


Figura 30. Sustentação do perfil com tijolos (a) e sustentação ao perfil com peças de madeira (b).

Dentro do reservatório superior foi instalado um adaptador (de caixa d'água) no qual se inseriu um pedaço de tubo de PVC 20,0 mm com 0,10 m de altura, constituindo assim um sistema extravasador, cujo objetivo foi manter constante uma lâmina de solução nutritiva de 100 mm neste reservatório (Figura 31), o que corresponde ao volume de 96 L.



Figura 31. Peça de tubo que constituía o sistema estravasador para a manutenção da lâmina de solução nutritiva no reservatório superior.

No interior de cada bancada foram instalados nove vasos de polietileno com capacidade para 3,8 L, com formato de tronco de cone. Para facilitar a drenagem e a renovação da solução nutritiva, os vasos foram instalados sobre pedaços de tubos de PVC devidamente espaçados e posicionados horizontalmente sobre o fundo do reservatório superior (Figura 32 a e b).

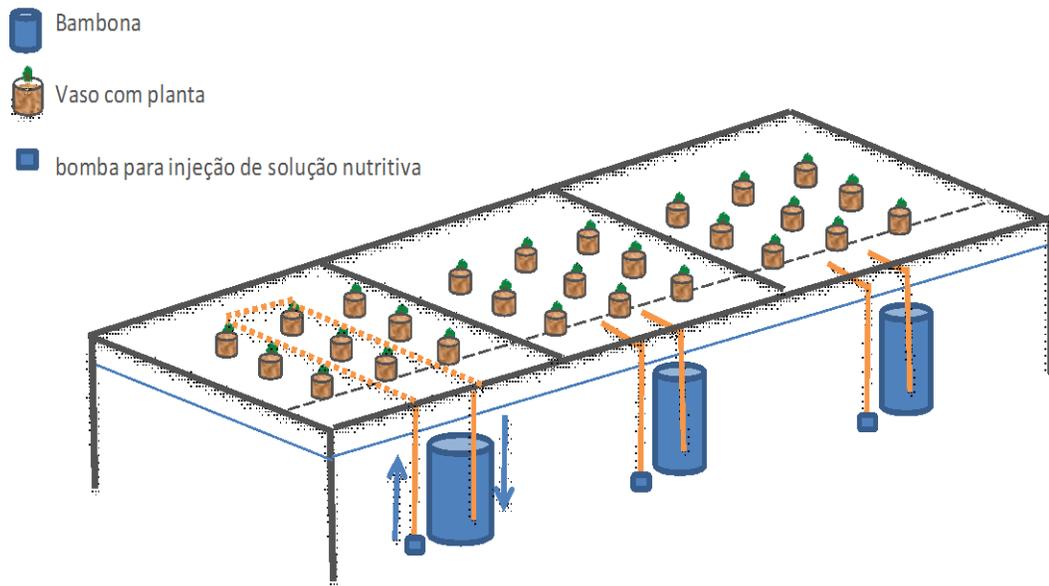


Figura 32. Desenho do sistema hidropônico (a).

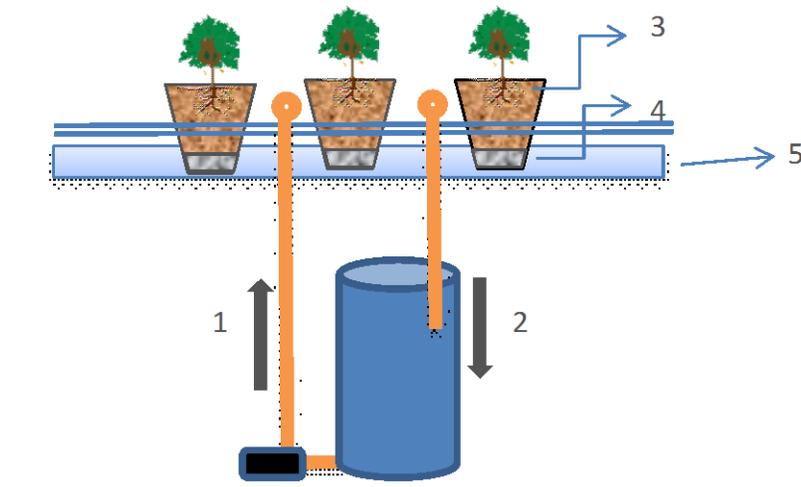


Figura 32. (b) Desenho da vista frontal de cada tratamento no sistema hidropônico dotado de reservatório de abastecimento. Legenda da Figura: 1 - entrada da solução para a caixa do tratamento; 2 - retorno da solução nutritiva; 3 - camada da vermiculita; 4 - camada de brita (quartzo), 5 - Lâmina de solução nutritiva.

A rede elétrica foi dimensionada para operar todas as 18 eletrobombas de cada reservatório simultaneamente. Para o transporte da corrente elétrica instalou-se uma linha com dois fios de 2,5 mm² (110 V), que acionava simultaneamente o conjunto das eletrobombas; mediante derivações, com fiação de 2,5 mm² e equipada com terminais tipo fêmea foram conectadas as eletrobombas.

Como controlador do sistema de irrigação foi empregado um temporizador analógico (110 V), programável para 96 eventos por dia, com intervalos mínimos de 15 minutos (Figura 33). Durante os experimentos foi efetivada a seguinte programação diária de irrigação: irrigações a cada hora das 06h às 11h; irrigação a cada 15 minutos das 11h às 14h; irrigações a cada 30 minutos, das 14h às 17h; irrigações a cada hora das 17h às 22h, irrigações a cada duas horas das 22h às 02h e um inter rompimento de irrigações das 2h às 6h. Para garantir a programação informada, em virtude de eventual falta de energia elétrica, diariamente foram feitas verificações no horário registrado pelo temporizador.



Figura 33. Temporizador analógico ligado à fonte de corrente elétrica.

2.2 Preparo das mudas

Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizados *seedlings* de origem nucelar ou pés-franco fornecidos pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e fruticultura-PMG Citros: limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck), híbrido trifoliado HTR-069 e híbrido TSKC x (LCR x TR)-059, onde TSKC corresponde à tangerineira 'Sunki' comum [*C. sunki* (Hayata) hort. Ex Tanaka], LCR ao limoeiro 'Cravo' e TR ao *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. Usou-se limoeiro 'Cravo' como referência para a comparação, devido às altas produtividades e a sua vasta adaptação edafo-climática o que lhe coloca como o porta- enxerto que ocupa cerca de 85% dos pomares brasileiros (BOAVENTURA, 2003).

Tabela 6. Lista dos genótipos de citros estudados

Ordem	Nome	Nome científico	Características
1	Limoeiro 'Cravo' (LCR)	<i>Citrus limonia</i> Osbeck	Boa tolerância a seca, tolerância moderada à salinidade ¹ .
2	HTR – 069	Híbrido de <i>Poncirus trifoliata</i>	Moderada e boa tolerância a seca ² .
3	TSKC x (LCR x TR)- 059	<i>Tan. Sunki</i> (limoeiro 'Cravo' x <i>P. Trifoliata</i>)	Sem informação

¹ Storey & Walker, 1999

² Soares Filho, 2013: Informação pessoal

Foram usadas sementes de frutos com idade em torno de 110 dias após a antese floral. Coletados os frutos, lavou-se com detergente neutro e água corrente e cortou-se transversalmente com muito cuidado, para não ferir a integridade das sementes. As sementes também foram lavadas numa solução de água e detergente

neutro, colocadas para secar em local sombreado e arejado, posteriormente tratadas com fungicida (Sercobin 500 SC) e conservadas a 15°C e 25% de umidade relativa do ar.

As sementes foram devidamente selecionadas e tratadas com Thiram (4 g kg⁻¹ de sementes), sendo plantadas em tubetes cônicos (2,5 cm de diâmetro e 11,0 cm de altura) contendo uma combinação de vermiculita, casca de pinus e casca de arroz carbonizada, na proporção de 1: 1: 1. Em seguida foram semeadas em orifícios com 0,8 cm de profundidade, 0,6 cm de diâmetro e formato cônico, feitos com auxílio de um marcador. Da fase de germinação até 120 dias as plântulas foram mantidas em casa de vegetação da Embrapa Mandioca e Fruticultura, a qual é revestida com tela para sombreamento com 70% de passagem de luz. A irrigação foi feita com água do abastecimento local, duas vezes por dia. Após as devidas anotações de emergência, fez-se desbaste deixando desenvolver apenas uma planta por recipiente, qual seja, a de maior vigor, em relação ao padrão de cada genótipo.

2.3 Preparo da solução nutritiva e instalação do experimento

O preparo da solução nutritiva seguiu recomendação de Furlani & Furlani (1988), tendo sua composição alterada para citros, conforme Santos et al. (1999) e Ferrarezi (2006) (Tabela 7).

Tabela 7. Concentração de nutrientes e quantidades de fertilizantes para o preparo de 1 m³ de solução nutritiva para o cultivo hidropônico de citros (FURLANI & FURLANI, 1988)

Fertilizante	q*	N-NH ₄	N-NO ₃	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
-----g m ⁻³ -----														
Nitrato de cálcio	730	7,5	108,75			142,5								
Nitrato de potássio	420		65		182,5									
Fosfato monoamônico	70	16,5		39										
Sulfato de magnésio	325						40	52						
Sulfato de cobre	0,45									0,02				
Sulfato de zinco	0,18													0,07
Sulfato de manganês	0,45											0,39		
Ácido bórico	0,45								0,31					
Molibdato de sódio	0,009												0,06	
Fe-EDTA -13% Fe	16										1,81			
Recomendações		24	173,75	39	182,5	142,5	40	52	0,31	0,02	1,81	0,39	0,06	0,07

* quantidades de fertilizantes em g m⁻³

A condutividade elétrica da solução (CESol) em cada unidade hidropônica foi monitorada regularmente a cada três dias com um condutivímetro de bancada e não foi feita reposição regular dos nutrientes consumidos. Apenas aos 35 dias após o transplântio, renovou-se a solução nutritiva nas unidades.

O pH da solução nutritiva foi também monitorado regularmente (a cada três dias) e o seu controle foi efetuado sempre que necessário (7, 16, 28, 36, 44, 53, 60 e 70 dias após o transplântio - DAT), com hidróxido de potássio ou ácido fosfórico, visando manter a solução nutritiva na faixa de $6 \pm 0,5$ de pH, conforme Santos et al. (1999).

O transplântio para estabelecimento do experimento definitivo foi executado no dia 20/10/2012. Para o transplântio foram *seedlings* de origem nucelar que apresentaram melhor desenvolvimento do sistema radicular e maior homogeneidade do desenvolvimento da parte aérea, com média de 0,08 m de altura. Utilizaram-se vasos

de polietileno, flexíveis, tronco cônicos, com 0,15 m de diâmetro de base maior, 0,11 m de diâmetro de base menor e 0,22 m de altura, tendo capacidade para 3,8 L.

Os vasos apresentavam furos no fundo e na parte inferior das laterais. Para facilitar a drenagem cada vaso recebeu “sílica número zero” (quartzo) nos primeiros 0,10 m de altura. Sobre a camada de brita foi colocado um pedaço circular de manta geotêxtil para evitar a perda de vermiculita, que foi o substrato usado no cultivo. Em cada vaso a vermiculita foi colocada até atingir uma altura de 0,20 m (Figura 34).

O fornecimento de solução nutritiva para a vermiculita se deu por capilaridade. Para isso foi colocado sob a brita outro pedaço de manta geotêxtil, o qual se estendeu do fundo do vaso até cerca de 0,025m acima da brita. Como a lâmina de irrigação foi mantida à mesma altura da brita, o contato da solução nutritiva com a manta geotêxtil e desta com a vermiculita foi responsável pelo fornecimento de solução para todo o meio de cultivo.

Esse sistema de irrigação por capilaridade aliado à drenabilidade da vermiculita garantiu fornecimento de solução nutritiva e ao mesmo tempo oxigenação para as raízes. Isso foi importante porque em um experimento piloto conduzido com mudas de citros na mesma estrutura experimental adaptada para a hidroponia Floating, sem substrato, observou-se presença de *Pythium* e sintomas de falta de aeração.

Não foram empregados defensivos químicos para controle fitossanitário de insetos (sugadores ou cortadores); por outro lado, aos 28 e aos 56 DAT foram feitas aplicações foliares de extrato de nim na concentração de 0,01 L L⁻¹, de maneira preventiva ao ataque de pulgões encontrados em algumas plantas. Para controle de lagartas foi feita catação manual, após vistoria planta a planta. Também aos 16 e 48 DAT foram feitas duas aplicações preventivas contra *Pythium* a partir de uma solução contendo *Trichoderma* (*Trichodel*, a 35 mL por unidade hidropônica), aplicada diretamente na solução nutritiva.

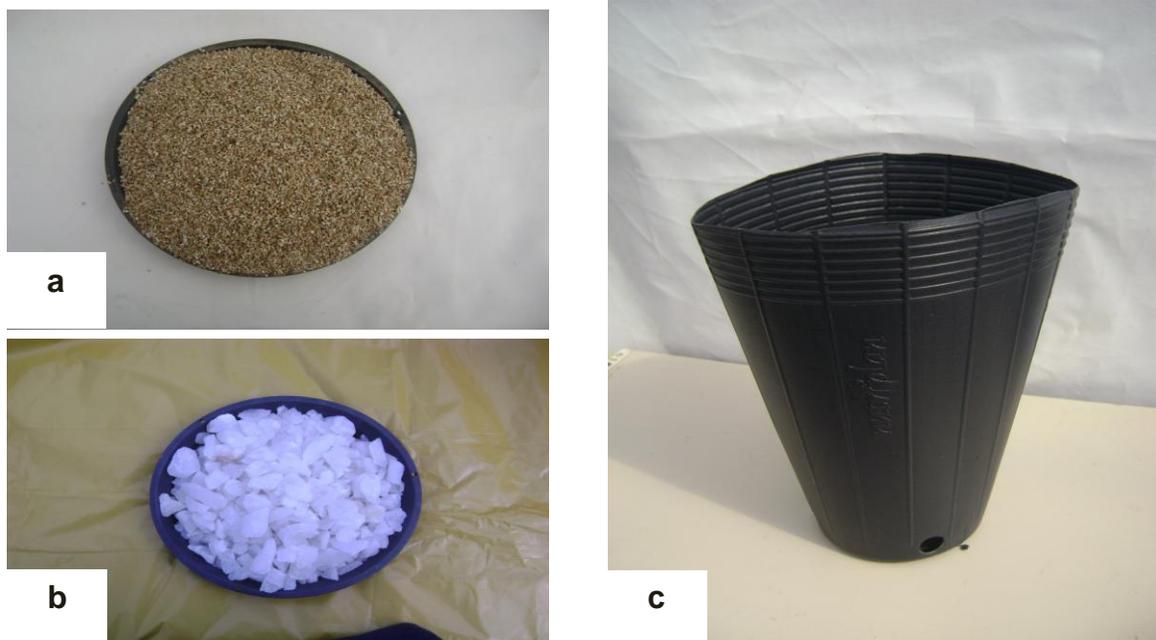


Figura 34. Vermiculita (a), quartzo (b) e vaso de tronco cone usado para o cultivo (c).

2.4 Tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi desenvolvido com base no delineamento experimental em blocos casualizados, com três repetições e um arranjo fatorial composto por seis níveis de águas salobras produzidas artificialmente com NaCl e três tipos de genótipos, constituindo 18 tratamentos. A unidade experimental compreendendo de três vasos, cada um contendo uma planta.

Cada bancada da estrutura experimental abrigou três parcelas, de modo que os três genótipos eram submetidos a um mesmo nível de salinidade da água.

Os seis níveis de salinidade da água avaliados foram produzidos pela adição de NaCl à água doce, obtida do sistema de abastecimento local. Esses tratamentos foram planejados para se obter condutividades elétricas da água (CEa) de 0,0; 1,0; 2,0, 3,0, 4,0 e 5,0 dS m^{-1} (Figura 35), com base na correspondência entre 1/10 do somatório de cátions (em mmolc) e a CE (em dS m^{-1}). Por outro lado, os valores observados de CEa foram de 0,32; 1,46; 2,43, 3,57, 4,53 e 4,93 dS m^{-1} (Tabela 8), os quais proporcionaram

soluções nutritivas com CE inicial de 2,22; 3,66; 4,09; 5,42; 6,32 e 7,22 dS m⁻¹, respectivamente.

As plantas foram submetidas aos tratamentos desde o instante de seu transplântio para as parcelas. Portanto, não se adotou nenhum procedimento para se evitar o choque osmótico.

Tabela 8. Concentração de NaCl aplicado, condutividade elétrica da água (CEa), condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol) e seus respectivos valores de pH (pHSol).

Tratamento	NaCl (g L ⁻¹)	CEa (dS m ⁻¹)	pHa*	CEsol (ds m ⁻¹)	pHSol
S1	0,000	0,317	5,710	2,221	5,442
S2	0,585	1,461	6,108	3,659	6,233
S3	1,175	2,431	6,492	4,088	5,681
S4	1,755	3,569	6,100	5,423	5,492
S5	2,343	4,532	6,491	6,317	6,091
S6	2,925	4,932	6,333	7,223	6,321

* pH da água não corrigido

A diferença entre a CEa esperada e a CEa observada (Figura 35) diz respeito à salinidade original da água doce usada no preparo da solução nutritiva (coeficiente linear igual a 0,4786 dS m⁻¹) e à qualidade intrínseca da fonte de NaCl utilizada, sobretudo sua umidade atual. A fonte de NaCl empregada foi um produto de uso industrial (não puro para análise) com as seguintes especificações: 99,45% a 99,9% de NaCl em base seca; 35,99% a 39,99% de Na; 60,0% a 62,0% de Cl.

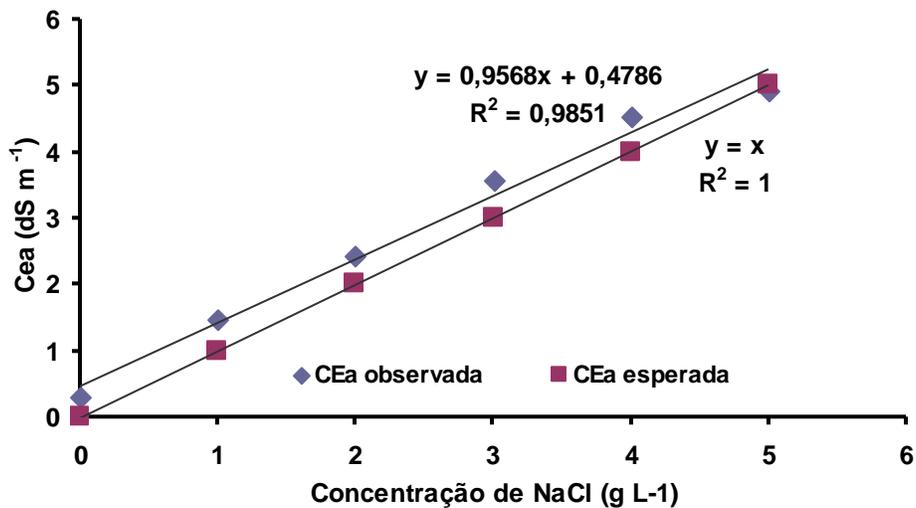


Figura 35. Relação entre a concentração de NaCl e as condutividades elétricas da água (CEa) esperada e observada.

2.5 Variáveis analisadas

No decorrer do experimento, a cada 15 dias, foram medidas as seguintes variáveis biométricas: número de folhas, altura da planta através de uma régua graduada e diâmetro do caule a 0,01 m do colo através de um paquímetro digital. No término do experimento aos 75 dias após o transplântio foram também avaliados: massa de matéria fresca e seca da raiz, do caule, das folhas através de balança de precisão (0,01 g), massa de matéria fresca da parte aérea, massa de matéria seca total e taxa de crescimento relativo da altura da planta e diâmetro do caule (Equação 1), relação das massas de matéria seca da raiz e da parte aérea (Equação 2) e teor de água nas folhas (Equação 3) foram determinados usando as médias.

∴

$$TCR = \frac{(\ln A_2 - \ln A_1)}{t_2 - t_1} \quad (\text{g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}) \dots \dots \dots \text{(Equação 1)}$$

Em que:

A_2 – altura obtida nos períodos de estudo (15, 30, 45, 60 e 75 dias após o transplante: DAT);

A_1 – altura obtida anteriormente ao período da medição (30 dias anterior a última medição),

$t_2 - t_1$ – diferença de tempo entre as amostragens.

$$r \frac{msr}{mspa} = \frac{MSR}{MSPA} \dots\dots\dots \text{(Equação 2)}$$

Em que:

$r \frac{msr}{mspa}$ - relação das massas de matéria seca da raiz e da parte aérea, adimensional;

MSR - massa de matéria seca do sistema radicular, g;

MSPA - massa de matéria seca da parte aérea, g.

$$U = \left(\frac{MFPA - MSPA}{MFPA} \right) \times 100 \dots\dots\dots \text{(Equação 3)}$$

Em que:

U - teor de água na parte aérea (%).

MFPA - massa de matéria fresca da parte aérea (g);

MSPA - massa de matéria seca da parte aérea (g).

Também foi avaliado o consumo hídrico diário (dos 7 aos 75 DAT), mediante diferença de volume de solução em relação ao período anterior, quando se retornou a solução nutritiva ao exato volume de 40 L. O volume total consumido foi calculado como o somatório de todos os volumes repostos.

2.6 Análises estatísticas

Os dados gerados foram submetidos à análise de variância pelo teste 'F'. Quando significativos, foram efetuadas análises de regressão polinomial (linear e quadrática) para o fator 'nível de salinidade' e o teste de comparação de médias (Tukey ao nível de 5% de probabilidade) para o fator 'genótipo' (FERREIRA, 2000 e BRITO, 2007).

2.7 Classificação dos genótipos

Para a classificação dos genótipos, conforme a Equação 4, seguiu-se o critério relacionado ao método do rendimento relativo segundo Fageria et al. (2010), baseado em quatro níveis de classificação: T (tolerante: 0-20%), MT (moderadamente tolerante: 21-40%), MS (moderadamente sensível: 41-60%) e S (Sensível: > 60%), considerando como referência a massa de matéria seca total de plantas não submetidas à salinidade.

Neste trabalho optou-se por classificar os três últimos níveis de salinidade estudados, por ser o extremo do estresse adotado.

$$RP = \frac{(MST_T - MST_i)}{MST_T} \times 100 \dots\dots\dots \text{(Equação 4)}$$

Em que:

RP- Redução percentual do rendimento;

MST_T- Massa de matéria seca total da testemunha;

MST_i- Massa de matéria seca total de tratamento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo do experimento a temperatura do ar no interior da casa de vegetação, à altura das plantas oscilou entre 17,7 e 28,9°C (Figura 36 a). Segundo Erikson (1968) e Rosa (2010), a temperatura ideal para a produção de mudas de citros varia de 21°C a 32°C. Apesar da temperatura registrada no experimento ter sido em alguns momentos inferior à recomendada pela literatura, não houve qualquer sintoma depreciativo nas plantas relacionado a este fato. Em relação à umidade relativa do ar (Figura 36 b), a média registrada no período do experimento foi de 77%, estando dentro da faixa ideal recomendada, que é de 60% a 80% (CORRÊA et al., 2011).

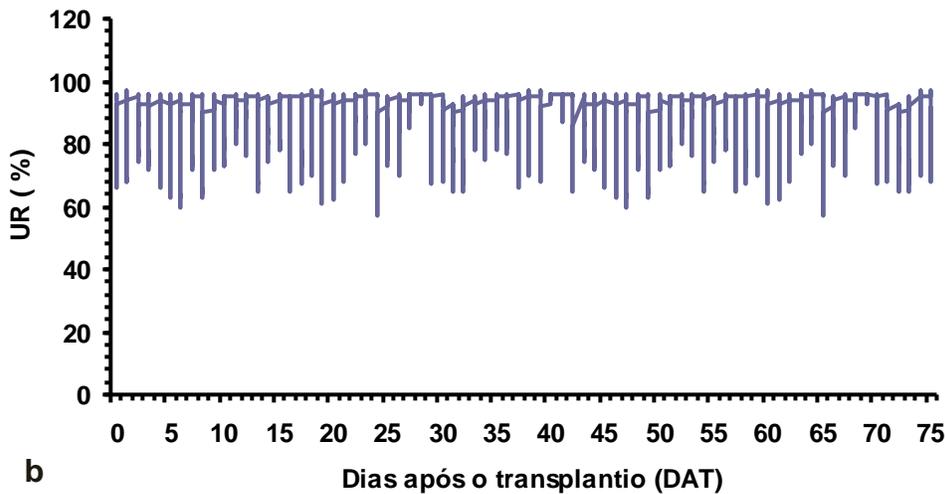
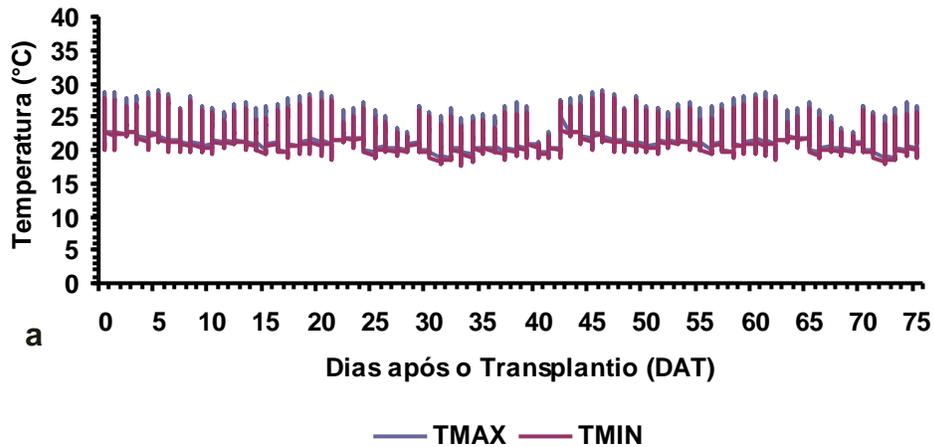


Figura 36. Temperatura máxima (TMAX) e mínima (TMIN) do ar (a) e umidade relativa do ar (UR) (b) dentro da casa de vegetação à altura das plantas durante o experimento.

O pH da solução nutritiva variou de 5,44 a 6,42 (Figura 37a). Santos et al. (1999) afirmam que pH abaixo de 5,0 e acima de 6,5 causa distúrbios metabólicos nos citros, reduzindo a absorção de água e nutrientes pela planta.

Os níveis de salinidade da solução nutritiva para os tratamentos foram variáveis. Para S1, a salinidade inicial da solução foi de $2,22 \text{ dS m}^{-1}$, dependente apenas dos sais fertilizantes dimensionados racionalmente visando à produção potencial de plantas de

citros. Nos demais tratamentos, a salinidade inicial deveu-se tanto à presença dos sais fertilizantes quanto à salinidade da água devido ao acréscimo de NaCl.

Para todos os tratamentos a salinidade da solução nutritiva tendeu a diminuir, o que está de acordo com o consumo de íons nutrientes e também com o aporte de íons tóxicos retirados da solução nutritiva. Esse comportamento também se explica pela reposição de água doce para compensar as perdas pela evapotranspiração em todos os tratamentos, uma vez que esse tipo de água não leva a incorporação significativa de sais. Este comportamento também foi observado por Soares et al. (2010) estudando a reposição da evapotranspiração com água doce, usando água salobra apenas para preparo da solução nutritiva em hidroponia.

Em função dessa tendência de diminuição do nível nutricional nas parcelas, sobretudo a partir dos 25 DAT, foi efetuada aos 35 DAT a renovação de toda a solução nutritiva. Portanto, garantiu-se pequena variação nos níveis de salinidade dentro de cada tratamento ao longo de todo experimento, o que foi importante para dar segurança metodológica na definição dos níveis de tolerância dos genótipos (Figura 37b).

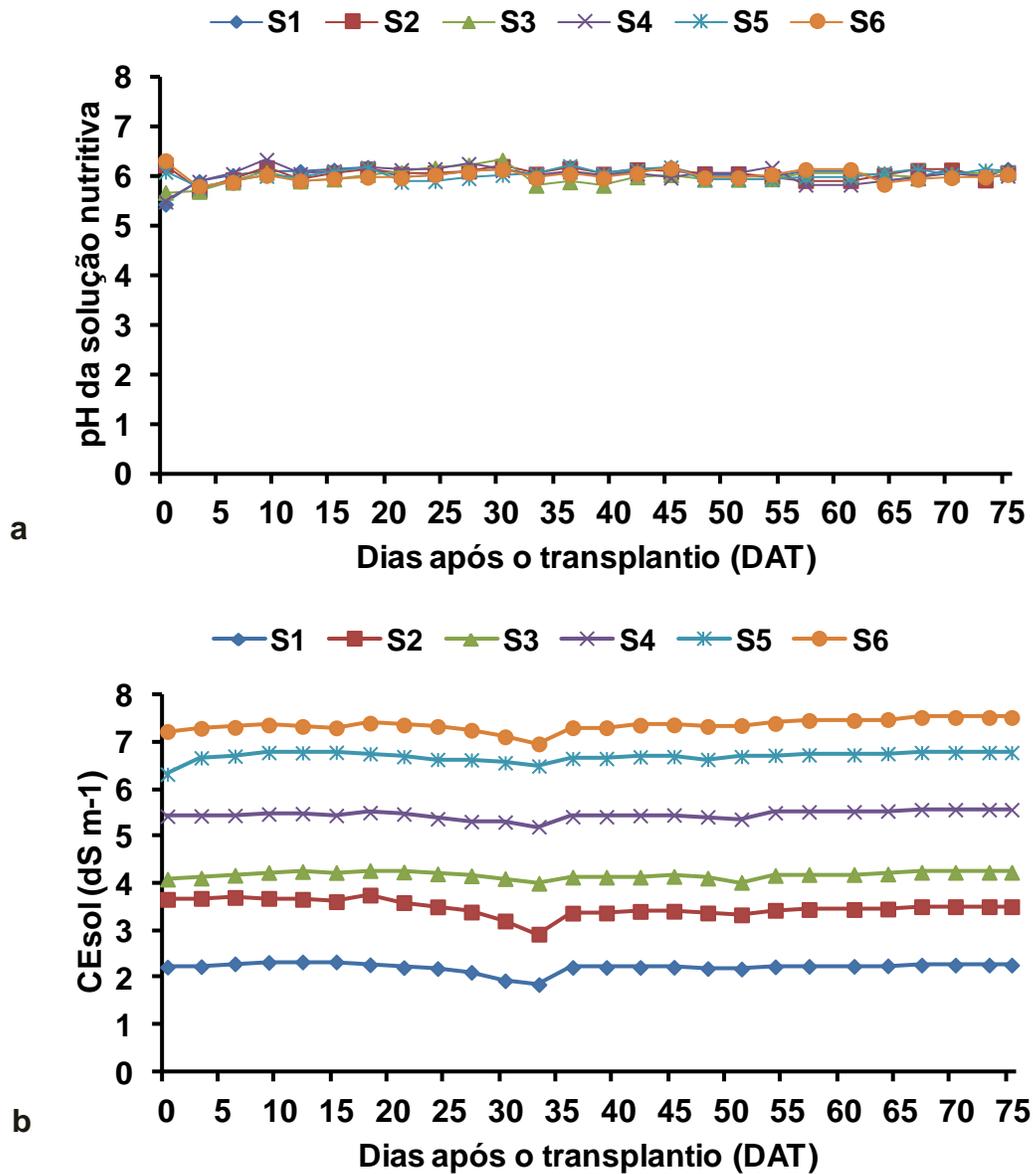


Figura 37. Comportamento do pH (a) e evolução da solução nutritiva ao longo do experimento (b) em função dos tratamentos. S1, S2, S3, S4, S5 e S6 correspondem aos seguintes níveis de condutividade elétrica da água: 0,30, 1,46, 2,43, 3,57, 4,53 e 4,93 dS m⁻¹, respectivamente.

Foi registrado consumo hídrico semanal variando de 1,09 a 1,53 L por planta para o tratamento controle (S1) de citros. Já para o tratamento com maior nível de salinidade (S6), registrou-se um consumo hídrico semanal variando de 0,33 a 1,11 L por planta. Junior (2007), estudando condições meteorológicas e consumos de água por mudas cítricas em ambiente protegido, observou média de consumo hídrico semanal de 1,1 L por muda, média que está dentro da variação de consumo encontrado no presente trabalho para o tratamento controle (S1).

Na Figura 38 é apresentado o consumo hídrico acumulado de todos os tratamentos até o final do experimento, constatando-se o maior percentual de consumo hídrico no período de 63 a 75 DAT, o que está relacionado com o maior acúmulo de massa de matéria fresca. O aumento de consumo hídrico de plantas de citros com o maior acúmulo de matéria fresca foi encontrado em trabalhos de Cruz et al. (2003), Brito (2007) e Junior (2007).

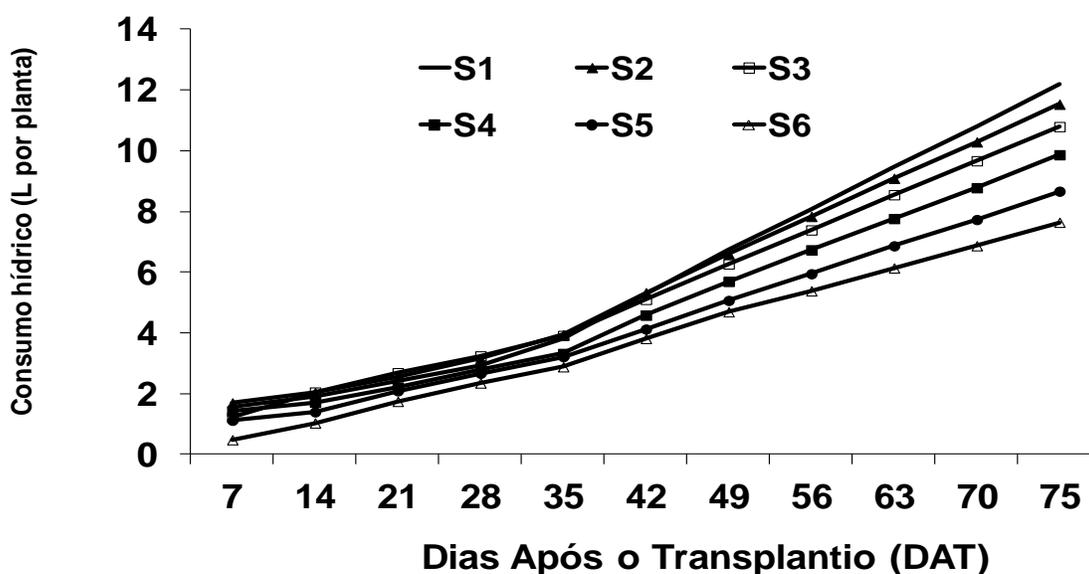


Figura 38. Consumo hídrico acumulado ao longo do tempo (dos 7 aos 75 DAT) em função da salinidade da água (S1, S2, S3, S4, S5, e S6 representam condutividade elétrica da água de 0,30, 1,46, 2,43, 3,57, 4,53 e 4,93 dS m⁻¹, respectivamente).

Na Figura 39 registra-se um decréscimo do consumo hídrico com tendência linear com o aumento da salinidade da água da solução nutritiva. Na base da equação de regressão o decréscimo da evapotranspiração, em relação à testemunha, foi de 7,3% para cada incremento unitário da salinidade da água. Soares (2007), trabalhando em sistema hidropônico, afirma que esta redução relaciona-se efeito osmótico causado pela presença do sal, como também relatado por Brito (2007) em solo, avaliando tolerância de genótipos de citros à salinidade, sendo observado uma redução linear ao consumo hídrico com o aumento da salinidade, de os híbridos provenientes de cruzamento envolvendo *Poncirus trifoliata* e tangerineira 'Sunki' e o limoeiro 'Cravo'. Segundo Alves et al. (2011), o aumento da salinidade reduz fisiologicamente a capacidade de absorção de água pelas plantas e conseqüentemente reduz o acúmulo de massa de matéria fresca das plantas.

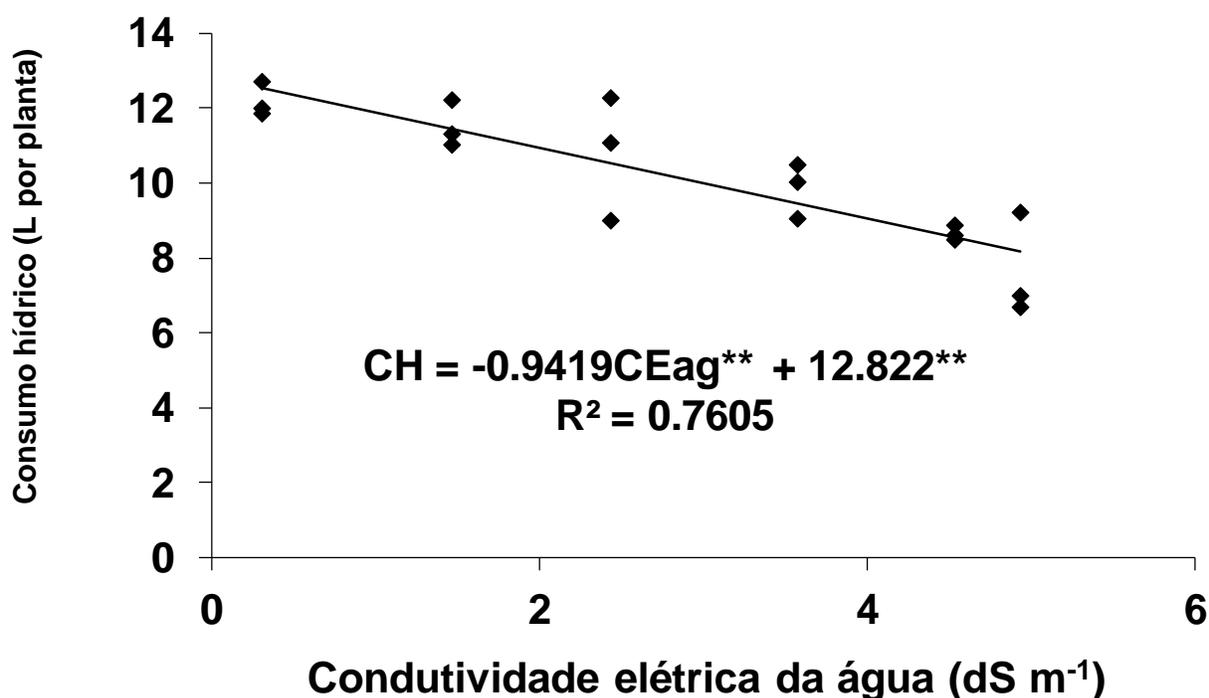


Figura 39. Consumo hídrico acumulado ao longo do tempo (dos 7 aos 75 dias após o transplante) em função da salinidade da água (dS m⁻¹).

3.1 Análise de crescimento

Para todos os genótipos, observou-se que, à exceção dos dois primeiros tratamentos com água salobras de 0,30 e 1,43 dS m⁻¹, todos os tratamentos apresentaram, em diferentes graus, sintomas de toxidez, caracterizando-se por aparecimento de clorose e queima contínua das folhas mais velhas, provavelmente devido ao maior acúmulo do íon Cl⁻ nesses tecidos. Segundo Lloyd et al. (1989) e Storey & Walker (1999), as concentrações de íon de Na⁺ nas folhas são inferiores às de Cl⁻, esse acúmulo de íon Cl⁻ está relacionado diretamente aos danos que ocorrem nas folhas, como relatado por Levy et al. (1992), Maas (1993), Bañuls & Primo-Millo (1995) e Storey & Walker (1999).

Constatou-se que em limoeiro 'Cravo' e TSKC x (LCR x TR)-059 cultivadas com salinidade da água de 4,93 dS m⁻¹ (S6), os sintomas foram mais severos, aparecendo por volta dos 35 dias após o transplante (Figura 40). Para as plantas submetidas ao tratamento S3 (2,43 dS m⁻¹) os sintomas foram mais amenos e começaram a se evidenciar apenas no final do experimento.

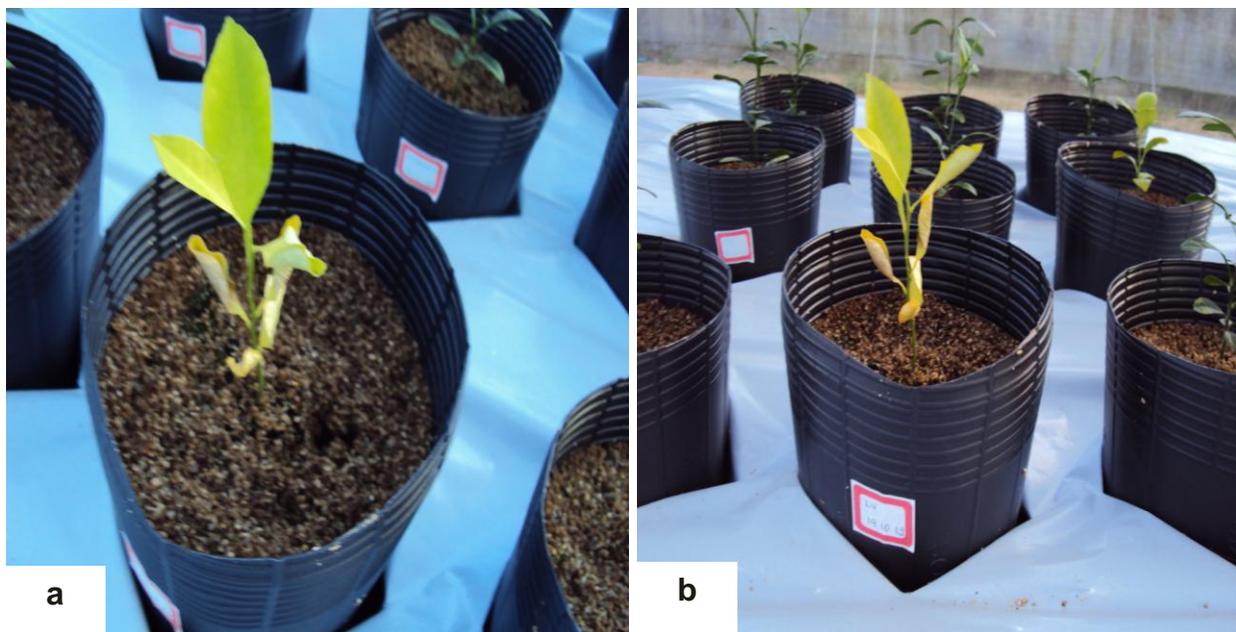


Figura 40. Aspecto foliar do limoeiro 'Cravo' (*C. limônia* Osbeck) no último nível de salinidade da água ($4,93 \text{ dS m}^{-1}$) aos 75 dias após o transplântio-DAT (a) e Aspecto foliar do híbrido TSKC x (LCR x TR)- 059 no último nível de salinidade da água ($4,93 \text{ dS m}^{-1}$) aos 75 DAT (b).

Notou-se efeito significativo do fator genótipo sobre as variáveis altura da planta e número de folhas ao longo do experimento; não se registrou efeito do genótipo sobre diâmetro do caule em todas as épocas de avaliação (Tabela 9). Para o fator salinidade, também se notou efeito significativo em todos os períodos estudados na variável altura da planta. No entanto, para as variáveis número de folhas e diâmetro do caule o efeito significativo começou a ocorrer apenas 45 dias após o transplântio (DAT). Verifica-se ainda que não houve efeito da interação genótipo x salinidade da água para as variáveis altura da planta, número de folhas e diâmetro do caule, com exceção do número de folhas aos 15 dias após o transplântio.

Brito (2007), avaliando tolerância de genótipos de citros à salinidade, também não constatou efeito na interação das variáveis analisadas (altura da planta, número de folhas e diâmetro do caule) nos distintos períodos estudados (60, 83, 101, 129 e 150 dias após a semeadura), com exceção do número de folhas a partir dos 101 dias.

Apesar de não se verificar efeito da interação, desdobraram-se os efeitos dos fatores genótipo e salinidade da água, considerando que um objetivo implícito do presente trabalho foi identificar a resposta à salinidade dentro de cada genótipo. Nesse caso, a análise de regressão aplicada a cada genótipo trouxe como benefício o cálculo de redução percentual nas variáveis de interesse para cada aumento unitário na salinidade da água. Como se trata relativa ao máximo estimado para cada genótipo em condições não salinas, essa redução percentual foi importante para caracterização da sensibilidade comparativa entre os genótipos.

Nas Tabelas 10, 11 e 12, tem-se os valores médios submetidos ao teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para as variáveis alturas da planta, número de folhas e diâmetro do caule, respectivamente, para cada genótipo estudado dentro de cada nível de salinidade da água. Para cada variável estudou-se no último período de avaliação (75 DAT) o comportamento do efeito da salinidade da água para cada genótipo (Figuras 41, 42 e 43).

Tabela 9. Resumo da análise de variância de altura da planta (AP), número de folhas (NF) e diâmetro do caule (DC) nas épocas de avaliação dos genótipos de citros.

VARIÁVEL	DAT	GL	QM	GL	QM	GL	QM	CV %
			GEN		SAL		SAL*GEN	
AP		2	25.7902**	5	6.664*	10	5.6593 ^{NS}	20,59
NF	15	2	55.2824**	5	2.3101 ^{NS}	10	5.5453*	20.74
DC		2	0.0711 ^{NS}	5	0.1749 ^{NS}	10	0.0771 ^{NS}	13.64
AP		2	40.5245**	5	16.7600**	10	8.2548*	21.55
NF	30	2	29.3102**	5	9.4806 ^{NS}	10	5.4212 ^{NS}	20.86
DC		2	0.0247 ^{NS}	5	0.0809 ^{NS}	10	0.0506 ^{NS}	10.55
AP		2	54,6178**	5	28,0005**	10	8,3431 ^{NS}	21,63
NF	45	2	40,1728**	5	8,7617*	10	6.7061 ^{NS}	20,69
DC		2	0,0311 ^{NS}	5	0,1979**	10	0,0679 ^{NS}	10,25
AP		2	88,3686*	5	268,8497**	10	28,4671 ^{NS}	23,39
NF	60	2	56,3951**	5	132,4654**	10	14,2914 ^{NS}	17,63
DC		2	0,0958 ^{NS}	5	1,9297**	10	0,2772 ^{NS}	13,35
AP		2	412,2992*	5	1639,5864**	10	59,3171 ^{NS}	32,36
NF	75	2	293,5247**	5	478,7469**	10	21,0877 ^{NS}	24,23
DC		2	1,2025 ^{NS}	5	5,9496**	10	0,4932 ^{NS}	19,88

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F, * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F, ^{NS} não significativo. DAT- dias após o transplante; QM- Quadrado médio, SAL- Salinidade e GEN-Genótipo.

3.1.1 Altura da planta

Conforme o resultado do teste de médias, comportamento da variável altura da planta não foi significativamente diferente entre os genótipos de citros dentro da condição não salina (S1 0,30 dS m⁻¹) em todas as épocas de avaliação (Tabela 10).

Observa-se com ausência de salinidade (S1), que o híbrido HTR-069 apresentou as menores médias, sendo superado pelo limoeiro 'Cravo' e, até 60 DAT, pelo híbrido TSKC x (LCR x TR)-059. Ao longo do tempo (15, 30, 45, 60 e 75 DAT), porém, ainda na ausência de salinidade, o híbrido HTR-069 passou a aproximar-se de TSKC x (LCR x TR)-059, mantendo-se o limoeiro 'Cravo' como o genótipo com maior altura da planta. Aos 75 DAT esta situação pode ser observada com maior clareza, a esta altura tendo HTR-069 já superado TSKC x (LCR x TR)-059, estando o 'Cravo' bem acima destes. No maior nível de salinidade (S6), entretanto, as diferenças entre esses três genótipos, ao longo do tempo, mostraram-se menores, sendo que a partir de 45 DAT as médias de 'Cravo' e HTR-069 praticamente igualaram-se, ambos superando TSKC x (LCR x TR)-059. Este comportamento é um possível indicativo da maior tolerância à salinidade do híbrido HTR-069, pelo menos em relação ao limoeiro 'Cravo', considerando este nível mais elevado de salinidade.

Ressalta-se ainda que aos 75 DAT, não se constatou distinção entre os genótipos em qualquer nível de salinidade da água submetido.

Em estudo da influência de irrigação de porta-enxertos de citros utilizando águas subterrâneas (350 e 216 mg l⁻¹ de NaCl), Rebol et Al. (2000) não registraram efeito sobre os genótipos na variável altura da planta aos 120 DAT, diferentemente dos resultados obtidos por Lifshitz & Levy (1999), que obtiveram efeito dos genótipos de citros na variável altura da planta aos 86 DAT. Os resultados obtidos no experimento aos 45 DAT estão de acordo com os obtidos por Garcia-Legaz et al. (1993), que encontraram diferenças entre os genótipos de citros sob efeito da salinidade no crescimento de citros.

De maneira geral, a altura da planta não foi influenciada pelo tipo de genótipo dentro dos níveis de salinidade da água. Segundo Lacerda (2000), a capacidade de minimização dos efeitos negativos da salinidade depende tanto do genótipo utilizado,

quanto também do nível de estresse submetido. Neste trabalho se ressalta o mesmo comportamento quanto à resposta à salinidade pelos genótipos estudados em relação à altura de planta.

Tabela 10. Resultado do teste de média (Tukey ao nível de 5%) para a variável altura da planta em função de genótipos citros em diferentes níveis de salinidade da água e ao longo do tempo.

GEN	15 dias após o transplântio						30 dias após o transplântio					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S1	S2	T3	S4	S5	S6
	(0,30 dS m-1)	(1,46 dS m-1)	(2,43 dS m-1)	(3,57 dS m-1)	(4,53 dS m-1)	(4,93 dS m-1)	(0,30 dS m-1)	(1,46 dS m-1)	(2,43 dS m-1)	(3,57 dS m-1)	(4,53 dS m-1)	(4,93 dS m-1)
1	8,1333 a	8,4444 ab	7,9222 a	8,7667 a	8,0222 b	7,0778 a	10,3778 a	11,4333 a	10,2556 a	10,4000 a	10,8000 b	9,7222 a
2	6,9556 a	7,0000 b	7,3778 a	7,2667 a	6,9556 b	7,3000 a	8,8556 a	10,0111 a	9,1778 a	9,2000 a	9,0889 b	8,9111 a
3	7,8889 a	9,6111 a	7,8444 a	8,1222 a	10,4667 a	7,0444 a	10,3111 a	11,0444 a	10,0444 a	11,0333 a	14,0333 a	,6556 a

GEN	45 dias após o transplântio						60 dias após o transplântio					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S1	S2	S3	S4	S5	S6
	(0,30 dS m-1)	(1,46 dS m-1)	(2,43 dS m-1)	(3,57 dS m-1)	(4,53 dS m-1)	(4,93 dS m-1)	(0,30 dS m-1)	(1,46 dS m-1)	(2,43 dS m-1)	(3,57 dS m-1)	(4,53 dS m-1)	(4,93 dS m-1)
1	12,8000 a	13,5000 a	12,0778 a	13,5556 a	12,6778 b	11,1667 a	27,1000 a	28,6667 a	19,9444 a	20,8333 a	19,7333 a	16,7444 a
2	11,2111 a	11,9778 a	10,5889 a	11,2778 a	11,7000 b	10,7444 a	23,5556 a	22,1000 b	18,5444 a	19,1333 a	18,1111 a	16,6333 a
3	12,6889 a	13,4111 a	12,0111 a	14,0556 a	16,4222 a	10,6556 a	24,1889 a	22,5444 b	22,0444 a	21,9667 a	21,7556 a	16,0889 a

GEN	75 dias após o transplântio					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6
	(0,30 dS m-1)	(1,46 dS m-1)	(2,43 dS m-1)	(3,57 dS m-1)	(4,53 dS m-1)	(4,93 dS m-1)
1	48,1444 a	49,4789 a	33,1000 a	39,1333 a	33,4667 a	24,7667 a
2	42,7111 a	39,3111 a	29,3444 a	32,2111 a	26,6111 a	24,7778 a
3	42,4333 a	41,8111 a	36,1111 a	37,0667 a	32,9111 a	22,5111 a

*médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$); GEN- Genótipo; 1- Limoeiro 'Cravo', 2-HTR-69 e 3- TSKC x (LCR x TR)-059

Encontra-se na Figura 41 a análise de regressão de todos os genótipos para esta variável aos 75 dias após o transplântio, confirmando-se uma redução linear da altura de planta em função do aumento dos níveis da salinidade da água.

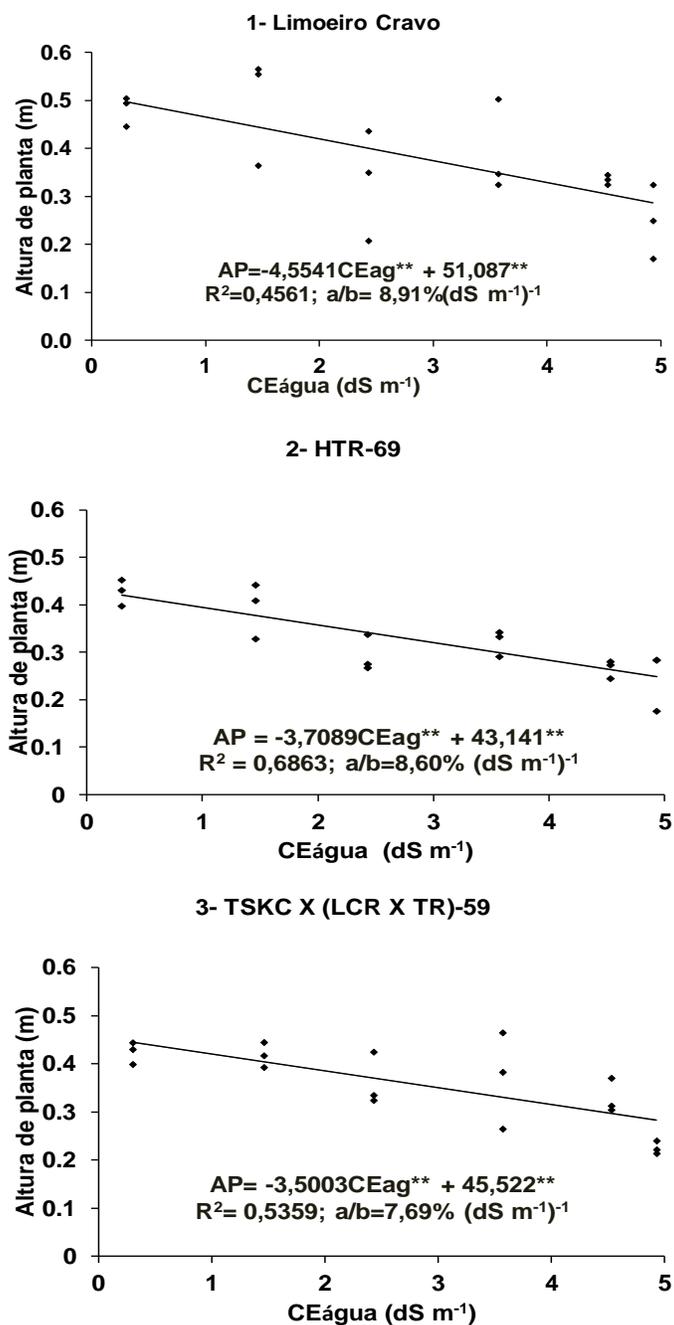


Figura 41. Efeito de níveis de salinidade em água de solução nutritiva (dS m⁻¹) sobre a altura de planta (AP) de genótipos aos 75 dias após o transplântio.

Observa-se que limoeiro 'Cravo' teve uma redução de 8,91% na altura da planta por acréscimo unitário da salinidade da água (em dS m^{-1}). Já para o genótipo HTR-069 tem-se igualmente um decréscimo na altura da planta na ordem de 8,60%. O genótipo TSKC x (LCR X TR)-059 apresentou menor redução, qual seja 7,69%. Resultados de experimentos similares em casa de vegetação, com genótipos de citros sob salinidade da água reportados por Garcia-Legaz et al. (1993) e Syvertsen et al. (1993), indicaram uma redução na altura de planta em limoeiro 'Cravo' de 11,31% e 9,27%, respectivamente.

Brito (2007), por sua vez, avaliando a tolerância à salinidade da água de irrigação (0, 1, 2, 3 e 4 dS m^{-1}) de genótipos de citros, constatou uma redução linear para média em altura de planta de 4,82% para o híbrido TSKC X (LCR x TR)-059 e um comportamento quadrático na análise de regressão no limoeiro 'Cravo' com máximo em altura de planta alcançado na salinidade de 1,29 dS m^{-1} . Naquela mesma pesquisa em solo, é mostrado que a minimização do efeito negativo da salinidade está relacionada diretamente com o genótipo utilizado. Lacerda (2000) ressalta que a ocorrência de comportamento linear crescente, quadrático ou linear decrescente em baixo percentual (menor que 20% dS m^{-1}) na altura da planta, também é um indicativo da existência de genótipos com potencial de produção em condições salinas; faixa que foi registrada nos genótipos estudados no presente trabalho.

O fato de se cultivar a céu aberto ou em ambiente protegido também pode levar a valores diferentes de tolerância à salinidade. Tozlu et al. (2000), estudando a regulação de crescimento de *Citrus Grandis* Osbeck (toranja), *Poncirus trifoliata* e seu F1, no solo em ambiente aberto, constataram uma redução na altura da planta com o aumento da salinidade da água de irrigação de 0 a 6 dS m^{-1} de 34%, 44% e 79%, respectivamente para esses genótipos.

No trabalho de Levy et al. (1999), por exemplo, conduzido com aplicação de águas salobras à base de NaCl, sem fração de lixiviação no solo do deserto de 'Ramat haNegev' em plantas de citros adultas, reporta-se um decréscimo de média estimada em 2,71% na altura da planta com aumento unitário da água de irrigação, variando de 2 a 6 dS m^{-1} .

De maneira geral, como observado neste trabalho, a resposta à salinidade foi similar para todos os genótipos para esta variável, podendo-se relacionar essa resposta ao ambiente de cultivo submetido. A salinidade afeta as plantas, reduzindo o potencial osmótico do meio, bem como afeta as características físicas do ambiente de cultivo (AYERS & WESTCOT, 1999). No presente trabalho, observou-se a existência de genótipos que não sofreram grandes variações relativas na altura da planta sob salinidade, o que é de grande importância para a citricultura.

3.1.2 Número de folhas

Na Tabela 11 encontra-se os resultados do teste de médias (Tukey; $p < 0,05$) para a variável número de folhas (NF), verificando-se diferenças significativas aos 15 DAT nos tratamentos S4 ($3,57 \text{ dS m}^{-1}$), S5 ($4,53 \text{ dS m}^{-1}$) e S6 ($4,93 \text{ dS m}^{-1}$), aos 30 DAT no tratamento S5, aos 45 DAT no tratamento S2 ($1,43 \text{ dS m}^{-1}$), aos 60 DAT nos tratamentos S2 e S5, além de aos 75 DAT nos tratamentos S1 ($0,30 \text{ dS m}^{-1}$), S2 e S4.

No nível S1, verifica-se que aos 15 DAT as médias relativas à número de folhas apresentaram ordem decrescente da seguinte maneira: TSKC x (LCR x TR)-059 > LCR > HTR-069. Com o passar do tempo LCR destacou-se, sendo que aos 75 DAT a ordem decrescente foi LCR > TSKC x (LCR x TR)-059 > HTR-069. Salientar que o número médio de folhas do híbrido HTR-069 em geral sempre mais baixa.

Apesar do genótipo TSKC x (LCR x TR)-059 destacar-se com a maior média de folhas nos tratamentos com diferenças significativas aos 15, 30 e 45 DAT, além do tratamento S5 aos 60 DAT, observa-se que para tratamento S2 aos 60 DAT destaca-se o limoeiro 'Cravo' com a maior média de número de folhas, bem como aos 75 DAT onde esse limoeiro apresentou maior média de número de folhas.

De maneira geral, com esses dados pode-se observar claramente que o número de folhas foi influenciado pelo genótipo, podendo-se com os mesmo afirmar que o limoeiro 'Cravo' é o genótipo menos afetado ao longo do tempo, provavelmente por este ter maior capacidade de acúmulo de íons tóxicos nas folhas, o que minimiza a abscisão foliar.

Várias literaturas especializadas (LLOYD et al., 1990; ZEKRI & PEASONS, 1992; STOREY, 1995; BRITO, 2007) concordam que o acúmulo de Na^+ e Cl^- ocasiona a perda de folhas de plantas de citros por abscisão foliar devido à toxicidade desses íons, sendo que o limoeiro 'Cravo' destaca-se com grande capacidade em acúmulo desses íons tóxicos.

Bañulus & Primo-Millo (1995) observaram que ao se elevar a CE da solução nutritiva de 0 para 6 dS m^{-1} a abscisão foliar de diversos genótipos de citros aumentou ao longo do tempo variando de 18% a 70% de perda foliar, sendo que o limoeiro 'Cravo' obteve a menor percentagem de abscisão. Portanto, no presente trabalho foi

coerente a maior média de folhas do limoeiro 'Cravo' no último período de avaliação, já que a queda foliar com aumento de níveis de salinidade depende muito da capacidade do genótipo em acumular o íon de Cl^- nos seus tecidos. Ressalta-se que no presente trabalho o número de folhas perdidas não foi contabilizado.

Nota-se ainda para esta variável em quase todas as épocas de avaliação, o não destaque do híbrido HTR-069, que apresentou menores médias de número de folhas, mesmo sendo um híbrido proveniente de trifoliata, que tem elevada capacidade de emissão foliar. Isso provavelmente é evidência de que este genótipo tem maior suscetibilidade para emissão e queda de folhas sob salinidade. Brito (2007) também constatou que os híbridos provenientes de trifoliata tiveram maior queda foliar sob salinidade. Segundo Walker (1986) e Storey & Walker (1999), a acumulação de íons de Na^+ e Cl^- nas folhas depende de diversos fatores, incluindo nível de salinidade e tipo genótipo avaliado. Em genótipos de citros sensíveis, os íons de Na^+ e Cl^- podem atingir níveis danosos nas folhas dentro de poucas semanas, enquanto que nos citros, com grande capacidade tampão isso pode durar 4 a 5 meses (LLOYD & HOWIE, 1989a).

Tabela 11. Resultado do teste de média (Tukey ao nível de 5%) para a variável número de folhas em função dos genótipos de citros em diferentes níveis de salinidade da água e ao longo do tempo.

GEN	15 dias após o transplântio						30 dias após o transplântio					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S1	S2	S3	S4	S5	S6
	(0,30 dS m ⁻¹)	(1,46 dS m ⁻¹)	(2,43 dS m ⁻¹)	(3,57 dS m ⁻¹)	(4,53 dS m ⁻¹)	(4,93 dS m ⁻¹)	(0,30 dS m ⁻¹)	(1,46 dS m ⁻¹)	(2,43 dS m ⁻¹)	(3,57 dS m ⁻¹)	(4,53 dS m ⁻¹)	(4,93 dS m ⁻¹)
1	7,1111 a	6,7778 a	6,6667 a	7,1111 b	6,5556 b	6,0000 b	9,6667 a	10,7778 a	10,5556 a	9,7778 a	10,4444 b	10,3333 a
2	7,0000 a	7,3333 a	8,2222 a	7,2222 ab	7,0000 b	8,2222 a	10,2222 a	11,4444 a	10,7778 a	10,5556 a	10,0000 b	10,3333 a
3	7,8889 a	9,7778 a	8,3889 a	8,8889 a	9,8889 a	7,4444 ab	11,0000 a	12,5556 a	11,7222 a	11,2222 a	13,6667 a	9,7778 a

GEN	45 dias após o transplântio						60 dias após o transplântio					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S1	S2	S3	S4	S5	S6
	(0,30 dS m ⁻¹)	(1,46 dS m ⁻¹)	(2,43 dS m ⁻¹)	(3,57 dS m ⁻¹)	(4,53 dS m ⁻¹)	(4,93 dS m ⁻¹)	(0,30 dS m ⁻¹)	(1,46 dS m ⁻¹)	(2,43 dS m ⁻¹)	(3,57 dS m ⁻¹)	(4,53 dS m ⁻¹)	(4,93 dS m ⁻¹)
1	10,2222 a	11,2222 ab	10,8889 a	10,8889 a	10,2222 b	10,2222 a	19,3333 a	19,8889 a	16,5556 a	17,0000 a	13,7778 b	12,4444 a
2	10,3333 a	10,5556 b	11,0000 a	9,8889 a	10,4444 b	10,1111 a	18,4444 a	15,3333 b	14,7778 a	14,1111 a	13,1111 b	11,6667 a
3	10,8889 a	13,1111 a	11,1111 a	12,3333 a	14,1111 a	10,3333 a	17,1111 a	17,8889 ab	17,0000 a	15,4444 a	16,8889 a	12,4444 a

GEN	75 dias após o transplântio					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6
	(0,30 dS m ⁻¹)	(1,46 dS m ⁻¹)	(2,43 dS m ⁻¹)	(3,57 dS m ⁻¹)	(4,53 dS m ⁻¹)	(4,93 dS m ⁻¹)
1	29,5556 a	27,4444 a	21,8889 a	23,4444 a	17,8889 a	15,3333 a
2	23,2222 b	20,7778 b	18,3333 a	17,6667 b	15,3333 a	12,4444 a
3	23,8889 b	24,7778 ab	21,1111 a	19,8889 ab	20,5556 a	14,3333 a

*médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$); 1- Limoeiro 'Cravo', 2-HTR-69 e 3- TSKC x (LCR x TR)-59

Na Figura 42 estão dispostos dados relativos ao efeito da salinidade no final do período de estudo (75 DAT) sobre cada genótipo.

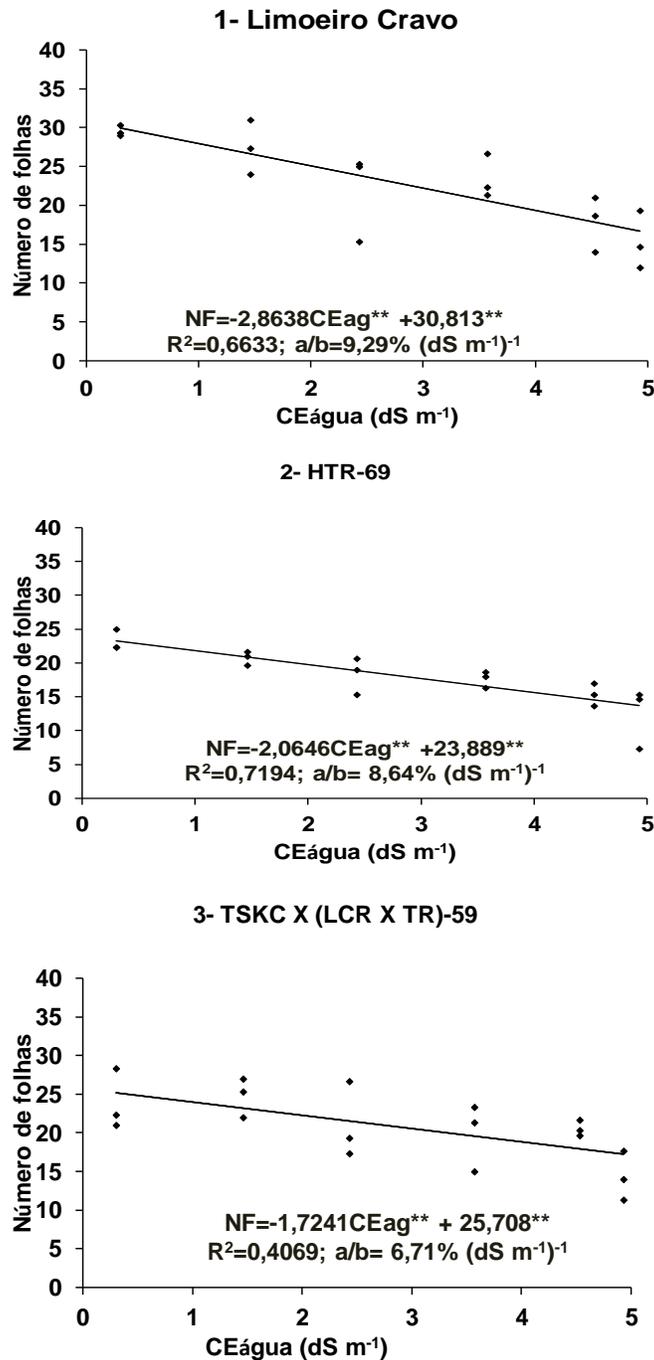


Figura 42: Efeito de níveis de salinidade da água sobre o número de folhas (NF) de genótipos de citros aos 75 dias após o transplante.

Verifica-se que o genótipo limoeiro 'Cravo' teve redução linear de 9,29% com o aumento unitário da salinidade da água (em dS m^{-1}). Para os genótipos HTR-069 e TSKC x (LCR x TR)-059 a redução foi de 8,64% e de 6,71%, respectivamente. Em experimento envolvendo genótipos de citros, mas cultivados em vasos com solo, Fernandes et al. (2011) verificaram que híbrido proveniente de cruzamento com trifoliata teve uma redução maior de 27,04%, do número de folhas com o aumento unitário da salinidade da água de irrigação 4 dS m^{-1} . Esses resultados exemplificam como as plantas provenientes de cruzamento com trifoliata têm grande perda foliar sob salinidade. Por outro lado, Schafer et al. (2005), trabalhando com genótipos de citros em diferentes substratos em condições não salinas, observaram maior média em número de folhas proveniente de genótipos com cruzamento de trifoliata. Já Suassuna et al. (2010), trabalhando com alteração da fitomassa de 11 genótipos de citros, incluindo o limoeiro 'Cravo' e diferentes híbridos de trifoliata, entre outros, sob salinidade da água de irrigação, observaram a abscisão foliar no limoeiro 'Cravo' e outros genótipos com aumento unitário da salinidade na água de irrigação.

Aparentemente, a redução de número de folhas com o aumento unitário da salinidade, observado no presente estudo, esteve relacionada com a retenção de altas concentrações de Cl^- nessa parte das plantas, conforme verificado por Tozlu et al. (2002) que, avaliando mecanismos de respostas de genótipos de citros à salinidade, verificaram que o íon de Na^+ não prejudicou toxicamente as folhas de todos os genótipos estudados, dando-se o contrário com o íon de Cl^- . Neste trabalho os genótipos estudados tiveram baixas percentagens de redução em número de folhas, provavelmente pela capacidade em manter íons de Na^+ e Cl^- compartimentalizados nas folhas mais velhas, o que, segundo Cruz et al. (2003), pode se considerar como sendo um mecanismo adaptativo para proteger os ápices foliares e as folhas fisiologicamente ativas.

3.1.3 Diâmetro de caule

Na Tabela 12 encontram-se os resultados do teste de médias (Tukey) para a variável diâmetro do caule a 5% de probabilidade. Observa-se que não houve diferenças entre os genótipos de citros dentro da condição não salina para todas as épocas de avaliação. O mesmo ocorreu para todos os níveis de salinidade da água, com exceção do tratamento S2 (CEa= 1,46 dS m⁻¹) aos 60 e 75 DAT. Aos 60 DAT a maior média foi do genótipo limoeiro 'Cravo' com 3,72 mm e a menor foi do híbrido HTR-069 com 2,97 mm. Aos 75 DAT para o mesmo tratamento, também se destacou o limoeiro 'Cravo' em relação a TSKC x (LCR x TR)-059 em maior média de diâmetro de caule, com 4,70 mm.

Nota-se que neste trabalho para tratamento S1 (0,30 dS m⁻¹) aos 75 dias após o transplântio, o diâmetro do caule dos genótipos variou de 4,14 a 4,61 mm. Esses resultados demonstram como os genótipos no S1 produziram acima do esperado. Brito (2007), aos 83 dias após o transplântio, constatou em solo uma variação de 0,109 a 0,224 mm de diâmetro do caule de genótipo de citros. Rezende et al. (2010) também constataram valor de média de diâmetro do caule inferior a este trabalho, aproximadamente 2,2 mm, estudando crescimento e acúmulo de nutrientes em mudas cítricas cultivadas em ambiente protegido. Schmitz (1998), trabalhando com *Poncirus trifoliata*, *C. sinensis* e limoeiro 'Cravo' em diferentes substratos encontrou valores de 1,97 mm para trifoliata e 2,03 mm para limoeiro 'Cravo' de diâmetro de caule aos 116 DAT, valores inferiores aos encontrados neste trabalho.

Tabela 12. Resultado do teste de média (Tukey ao nível de 5%) para a variável diâmetro de caule em função dos genótipos de citros em diferentes níveis de salinidade da água e ao longo do tempo.

GEN	15 dias após o transplântio						30					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S1	S2	S3	S4	S5	S6
	(0,30 dS m ⁻¹)	(1,46 dS m ⁻¹)	(2,43 dS m ⁻¹)	(3,57 dS m ⁻¹)	(4,53 dS m ⁻¹)	(4,93 dS m ⁻¹)	(0,30 dS m ⁻¹)	(1,46 dS m ⁻¹)	(2,43 dS m ⁻¹)	(3,57 dS m ⁻¹)	(4,53 dS m ⁻¹)	(4,93 dS m ⁻¹)
1	2,1289 a	2,1989 a	2,1567 a	1,9989 a	2,0878 a	2,0456 a	2,3156 a	2,2933 a	2,3100 a	2,2678 a	2,2633 a	2,1989 a
2	2,0933 a	2,3733 a	2,1456 a	2,1078 a	2,1611 a	2,1067 a	2,3011 a	2,3267 a	2,3600 a	2,2400 a	2,3089 a	2,2878 a
3	2,1344 a	2,1622 a	1,9544 a	1,9611 a	2,3400 a	2,1322 a	2,3156 a	2,4644 a	2,2078 a	2,2022 a	2,4578 a	2,1911 a

GEN	45 dias após o transplântio						60 dias após o transplântio					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S1	S2	S3	S4	S5	S6
	(0,30 dS m ⁻¹)	(1,46 dS m ⁻¹)	(2,43 dS m ⁻¹)	(3,57 dS m ⁻¹)	(4,53 dS m ⁻¹)	(4,93 dS m ⁻¹)	(0,30 dS m ⁻¹)	(1,46 dS m ⁻¹)	(2,43 dS m ⁻¹)	(3,57 dS m ⁻¹)	(4,53 dS m ⁻¹)	(4,93 dS m ⁻¹)
1	2,4200 a	2,5067 a	2,3900 a	2,4189 a	2,3389 a	2,3444 a	3,4356 a	3,7233 a	3,0511 a	2,9722 a	2,7567 a	2,7011 a
2	2,3244 a	2,5156 a	2,4844 a	2,3367 a	2,3944 a	2,4089 a	3,3478 a	3,3078 ab	3,0144 a	3,0956 a	2,7956 a	2,8233 a
3	2,4678 a	2,6944 a	2,3544 a	2,2611 a	2,5167 a	2,2589 a	3,4311 a	2,9744 b	3,0844 a	3,0422 a	2,9400 a	2,6622 a

GEN	75 dias após o transplântio					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6
	(0,30 dS m ⁻¹)	(1,46 dS m ⁻¹)	(2,43 dS m ⁻¹)	(3,57 dS m ⁻¹)	(4,53 dS m ⁻¹)	(4,93 dS m ⁻¹)
1	4,6078 a	4,7067 a	3,6167 a	3,8244 a	3,4489 a	3,2500 a
2	4,4422 a	4,2322 ab	3,4367 a	3,5278 a	3,2978 a	3,1578 a
3	4,1367 a	3,6822 b	3,8778 a	3,5078 a	3,4189 a	3,1533 a

*médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$); 1- Limoeiro 'Cravo', 2-HTR-069 e 3- TSKC x (LCR x TR)-059

Na Figura 43, observa-se a análise de regressão a partir de dados originais para a variável diâmetro do caule para cada genótipo de citros aos 75 dias após o transplântio.

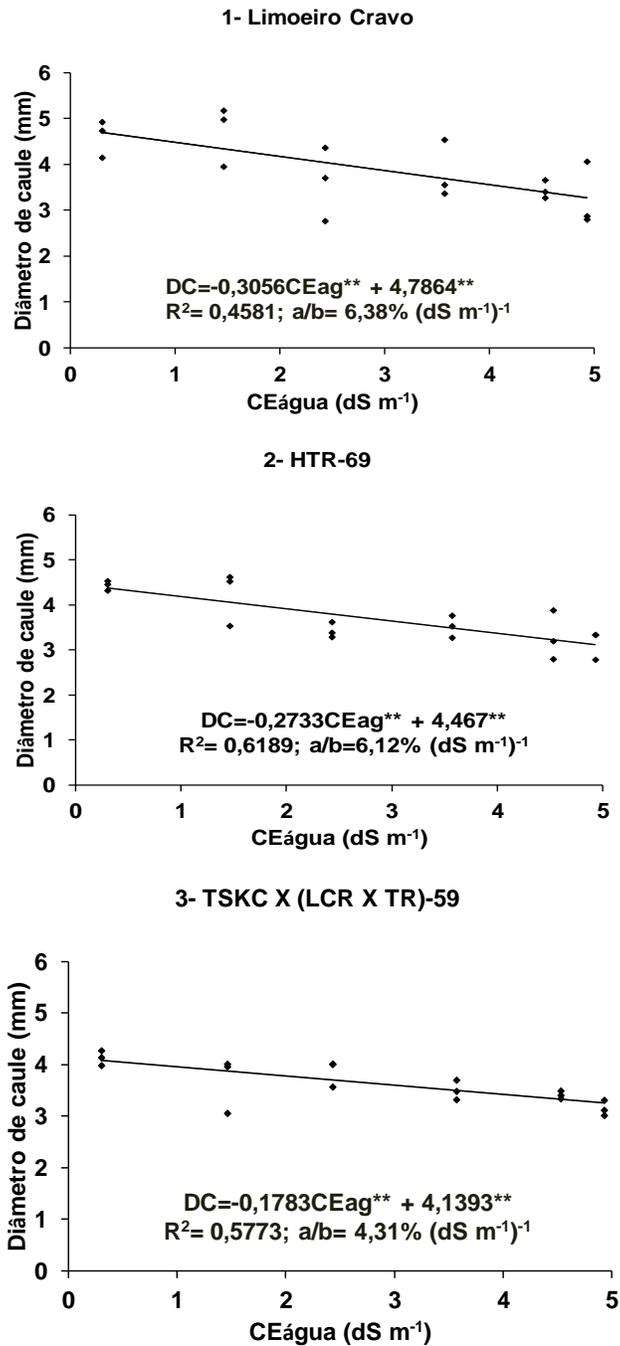


Figura 43: Efeito de níveis de salinidade da água sobre o diâmetro do caule de genótipos de citros aos 75 dias após o transplântio.

Nos genótipos estudados: limoeiro 'Cravo', HTR-069 e TSKC X (LCR X TR)-059, observou-se uma redução de 6,38%, 6,12% e 4,31% para cada acréscimo unitário na salinidade de água (em dS m^{-1}), respectivamente, o que está dentro da faixa encontrado por Fernandes et al. (2011), que encontraram variações de 2,7% a 8,34% com o aumento unitário da salinidade da água de irrigação. Oliveira et al. (2012), abordando o crescimento de genótipos de citros sob condições de estresse salino em aumento unitário da água de irrigação até 4 dS m^{-1} , constataram menor redução no genótipo TSKC x (LCR x TR)-059, de 3,89% em dS m^{-1} . Já Nascimento et al. (2012), trabalhando com tolerância de genótipos de citros a campo na fase de porta-enxertos, considerando estresse hídricos de 100%, 50% e 25% da capacidade de campo, observaram que o limoeiro 'Cravo' teve uma alta sensibilidade ao estresse, com redução entre tratamentos de 32,09%.

É possível verificar uma redução não muito acentuada no presente trabalho, o que segundo Maas (1993), pode ser devido a características que permitem maior adaptabilidade do caule de citros em meios salinos, relacionando-se com a carga genética.

Conforme esperado nos tratamentos com níveis maiores de salinização, registrando-se no valor da salinidade limiar reconhecido na literatura para citros ($1,4 \text{ dS m}^{-1}$, estabelecido por MAAS, 1993), o desenvolvimento dos genótipos foi moderadamente prejudicado, diferentemente de Soares (2003), que não conseguiu achar diferenças no diâmetro do caule utilizando três genótipos submetidos à irrigação com águas salinas. Soares et al. (2006), porém, informam que o desenvolvimento do caule das mudas cítricas pode ser prejudicado pela aplicação de águas moderadamente salinas.

Para Lloyd et al. (1989) íons tóxicos, como Na^+ e Cl^- são os principais responsáveis por perdas na produção, causando distúrbios no desenvolvimento do caule, impossibilitando o acúmulo de fitomassa e o seu crescimento.

3.2 Taxa de Crescimento Relativo

Na Tabela 13 encontra-se o resumo de análise de variância para a taxa de crescimento relativo (TCR) dos genótipos em função da salinidade da água nos diferentes períodos de avaliação. Notou-se que não houve efeito dos genótipos em todos os períodos de avaliação para a taxa de crescimento de altura e de diâmetro. Para o fator salinidade só foi constatado efeito significativo a partir do período de 45 a 60 dias após o transplântio (DAT) para a taxa de crescimento em altura e diâmetro. Verificou-se ainda que não houve efeito da interação genótipo x salinidade da água tanto para a taxa de crescimento relativo em altura como para taxa de crescimento relativo em diâmetro. Esses resultados também foram obtidos considerando o período dos 15 aos 75 dias após o transplântio, registra-se também que esses resultados estão associados a elevados coeficientes de variação. Brito (2007), avaliando a tolerância de genótipos de citros à salinidade, também não constatou efeito da interação sobre a taxa de crescimento relativo em diâmetro e constatou ainda valores também elevados do coeficiente de variação.

Peixoto et al. (2006) afirmam que as taxas de crescimento relativo nas variáveis de crescimento são um parâmetro fisiológico importante na avaliação de genótipos com potencial de produção sob condições de estresse, demonstrado por Taiz & Zeiger, (2004), em estudos fisiológicos de plantas submetidas a estresse salino, nos quais se obteve perda de energia da água na planta, baixando o seu potencial osmótico.

Tabela 13. Resumo da análise de variância para a taxa de crescimento relativo em altura da planta (TCRA) (cm cm⁻¹ dia⁻¹) e diâmetro do caule (TCRD) (mm mm⁻¹ dia⁻¹) em diferentes períodos de avaliação em função da salinidade da água (SAL) e do genótipo (GEN).

VARIÁVEL	DAT	GL	QM		GL	QM		GL	QM		CV %
			GEN			SAL			SAL*GEN		
TCRA	15-30	2	0,000039 ^{NS}	5	0,000039 ^{NS}	10	0,000206 ^{NS}	69,26			
TCRD		2	0,000039 ^{NS}	5	0,000081 ^{NS}	10	0,000027 ^{NS}	163,36			
TCRA	30-45	2	0,000030 ^{NS}	5	0,000121 ^{NS}	10	0,000064 ^{NS}	63,11			
TCRD		2	0,000019 ^{NS}	5	0,000061 ^{NS}	10	0,000017 ^{NS}	182,91			
TCRA	45-60	2	0,000193 ^{NS}	5	0,002088 ^{**}	10	0,000167 ^{NS}	44,66			
TCRD		2	0,000019 ^{NS}	5	0,000731 ^{**}	10	0,000161 ^{NS}	62,38			
TCRA	60-75	2	0,000032 ^{NS}	5	0,001125 ^{**}	10	0,000054 ^{NS}	45,63			
TCRD		2	0,000093 ^{NS}	5	0,000255 ^{**}	10	0,000078 ^{NS}	69,41			
TCRA	15-75	2	0,000056 ^{NS}	5	0,000361 ^{**}	10	0,000041 ^{NS}	24,30			
TCRD		2	0,000004 ^{NS}	5	0,000082 ^{**}	10	0,000017 ^{NS}	48,94			

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; NS não significativo; DAT: dias após transplântio

De acordo com a análise de variância disposta na Tabela 13, por não haver significância no fator genótipo, optou-se somente por estudar a salinidade dentro de cada genótipo com base na análise de regressão da taxa de crescimento relativo em todo tempo do experimento dos 15 aos 75 DAT.

Para discussão desta variável utilizou-se dados absolutos e fez-se um paralelismo com dados da variável altura da planta (Figura 44) e diâmetro do caule (Figura 45).

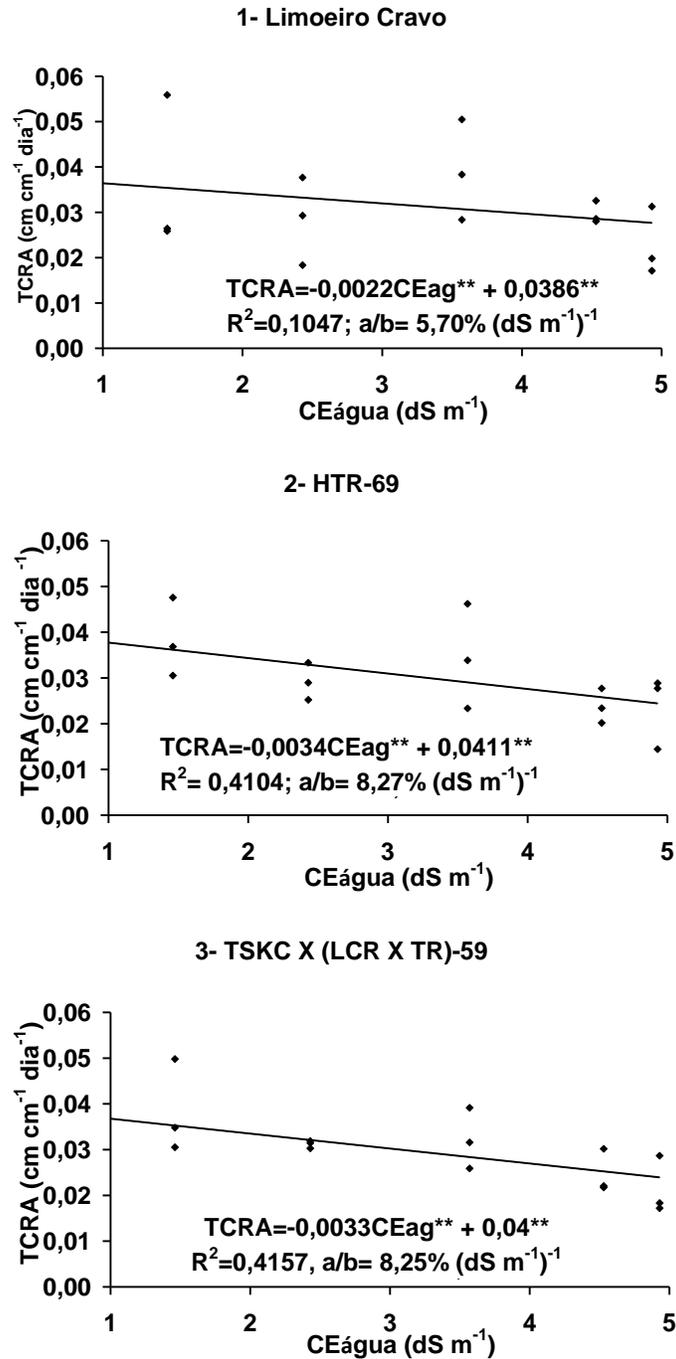


Figura 44: Efeito dos níveis de salinidade da água sobre a taxa de crescimento relativo em altura da planta (TCRA) entre 15 e 75 dias após o transplante de diferentes genótipos citros.

Na Figura 44 observa-se que o limoeiro 'Cravo' teve um bom desenvolvimento relativamente à variável altura da planta com a média de 24,77 cm para último o nível de estresse (Tabela 4), obtendo-se uma redução de 5,70% na taxa de crescimento relativo em altura com o aumento unitário da salinidade da água durante o período avaliado, valor superior ao encontrado por Brito (2007), que foi de 4,0% de redução com o aumento unitário da salinidade da água de irrigação em dS m^{-1} . Para os híbridos HTR-069 e TSKC X (LCR x TR)-059 também registrou-se redução na taxa de crescimento relativo em altura de 8,27% e 8,25%, respectivamente.

Segundo Peixoto et al. (2006), o efeito do estresse salino nos genótipos varia em cada fase de crescimento dependendo do nível de estresse a que os genótipos são submetidos, o que neste trabalho não foi muito bem evidenciado, provavelmente pela ótima fonte de nutrientes (solução nutritiva) a que as plantas foram submetidas, que pode ter mascarado de certa maneira o efeito do estresse para a taxa de crescimento relativo em altura da planta.

Na Figura 45 apresenta-se o efeito da salinidade no período de 15 a 75 dias após o transplântio para a taxa de crescimento relativo em diâmetro do caule (TCRD), através de análise de regressão. Constatou-se que o limoeiro 'Cravo' registrou redução de 10,69%, HTR-69 de 10% e TSKC x (LCR x TR)-59 de 7,83% com o aumento unitário da salinidade da água (em dS m^{-1}). Para o genótipo TSKC x (LCR x TR)-059, notou-se uma redução menor, mesmo comportamento constatado na variável diâmetro do caule (Figura 43), indicando que este genótipo é menos sensível à salinidade, considerando-se as taxas de crescimento relativo da altura de planta e do diâmetro de caule.

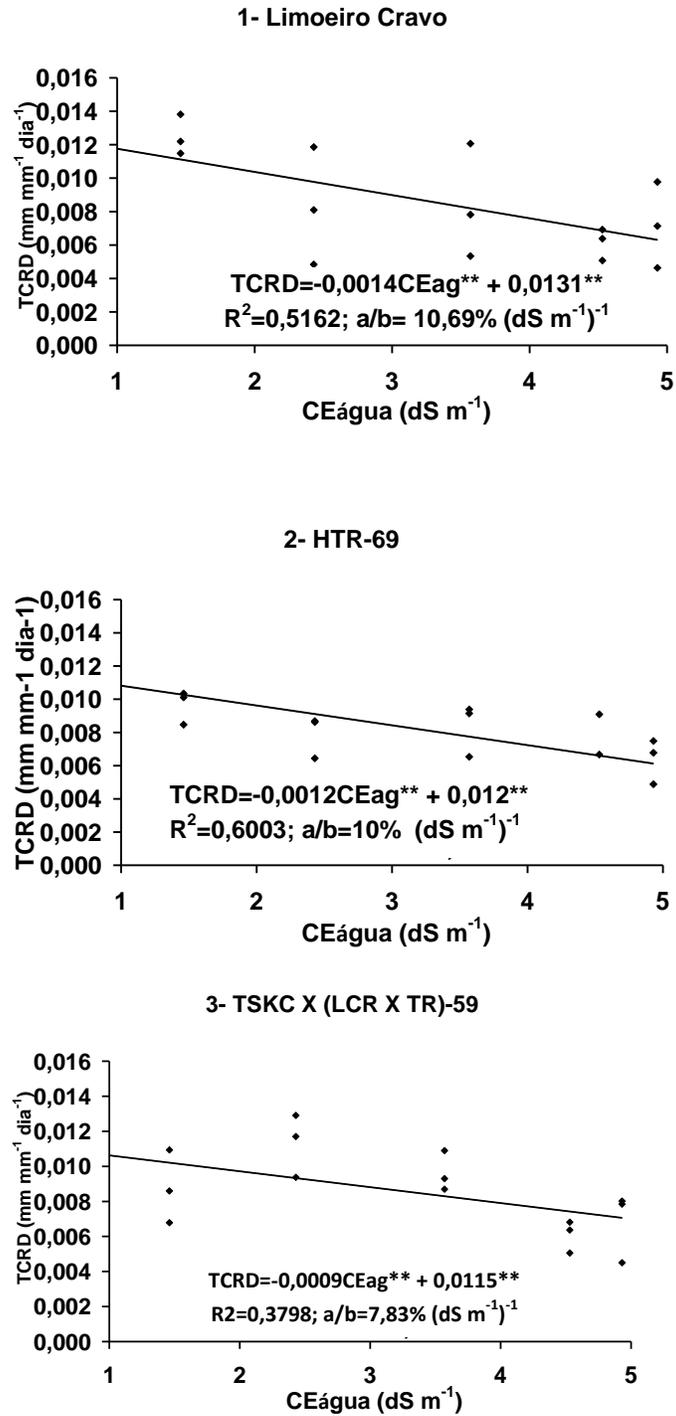


Figura 45: Efeito de níveis de salinidade da água sobre a taxa de crescimento relativo em diâmetro do caule (TCRD) de diferentes genótipos de citros entre 15 e 75 dias após o transplante.

4. Massa seca, relação de massa e água na planta

Na Tabela 14 encontra-se o resumo da análise de variância para as variáveis massa de matéria seca da raiz (MSR), do caule (MSC), das folhas (MSF) e total (MST), relação raiz: parte aérea (RPA) e teor de água na parte aérea (U), avaliadas aos 75 dias após o transplântio. Nota-se que houve diferença significativa para o fator genótipo em todas as variáveis, com exceção do teor de água na parte aérea. Para o fator salinidade observa-se diferenças significativas para as variáveis MSR, MSC, MST e RPA, entretanto para as variáveis MSF e U não se constatou diferenças. Verificou-se também que não houve efeito da interação genótipo x salinidade.

Estes resultados foram diferentes dos observados por Brito (2007), estudando a tolerância à salinidade no solo de genótipos de citros e Peixoto et al. (2006) estudando o déficit hídrico de genótipos de citros, os quais constataram diferenças significativas para todas as variáveis. No entanto, Nascimento et al. (2012), estudando a reação de genótipos de citros ao estresse hídrico, observou não significância na interação genótipo x estresse hídrico para fitomassa de matéria seca do caule e da raiz, bem como para o fator genótipo na relação raiz: parte aérea.

Tabela 14. Resumo da análise de variância para as massas de matéria seca da raiz (MSR), do caule (MSC), das folhas (MSF), de toda a planta (MST), relação raiz: parte aérea e teor de água na parte aérea (U) em função da salinidade da água aos 75 dias após o transplântio.

VARIÁVEL	GL	QM		GL	QM		CV %
		GEN			SAL	SAL*GEN	
MSR	2	2,7486**	5	11,5229**	10	0,2203 ^{NS}	56,18
MSC	2	4,1878 ^{NS}	5	1,7475 ^{NS}	10	0,2428 ^{NS}	59,21
MSF	2	53,2944**	5	2,6040 ^{NS}	10	1,1022 ^{NS}	67,17
MST	2	119,9262**	5	18,8325 ^{NS}	10	3,8817 ^{NS}	57,97
RPA	2	0,1882**	5	0,0461 ^{NS}	10	0,0221 ^{NS}	33,82
U	2	2,0889 ^{NS}	5	181,7538 ^{NS}	10	82,2742 ^{NS}	15,50

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F, NS não significativo; QM: quadrado médio; GEN-Genótipo; SAL-Salinidade.

O estudo das variáveis com significância para o fator genótipos foi conduzido com teste de médias (Tukey, $p < 0,05$). Para o fator salinidade da água, somente para a variável massa de matéria seca da raiz foi feita análise de regressão, considerando a significância apresentada na Tabela 14.

4.1 Massa de matéria seca da raiz (MSR)

Na Tabela 15 tem-se a representação do resultado do teste de médias (Tukey) para a variável massa de matéria seca da raiz. Observa-se que não houve diferença significativa entre os genótipos para todos os tratamentos, com exceção do tratamento S2 ($1,43 \text{ dS m}^{-1}$), destacando o genótipo limoeiro 'Cravo' com maior média de massa seca de matéria seca da raiz, porém não diferindo significativamente de HTR-069. Pode-se verificar ainda no último nível de estresse salino da água, que não houve diferença entre os genótipos, diferentemente dos resultados obtidos por Nascimento et al. (2012) e Peixoto et al. (2006), que observaram diferenças significativas entre genótipos de citros, incluindo o limoeiro 'Cravo' e híbridos provenientes de *trifoliata* sob estresse hídrico. Já Santos et al. (1999), estudando níveis de alumínio e acúmulo de macronutrientes em genótipos cítricos em cultivo hidropônico, não constataram diferenças significativas entre os genótipos com o aumento unitário de alumínio.

Tabela 15. Teste de médias (Tukey) para massa seca de raiz (MSR) de genótipos de citros estudados em diferentes níveis de estresse salino aos 75 dias após o transplântio.

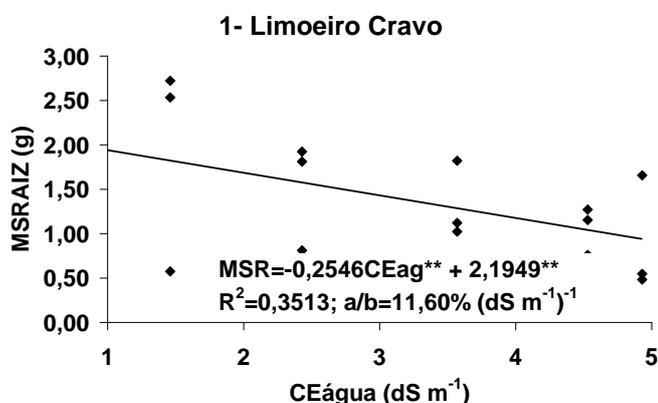
GEN	75 dias após o transplântio					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6
	($0,30 \text{ dS m}^{-1}$)	($1,46 \text{ dS m}^{-1}$)	($2,43 \text{ dS m}^{-1}$)	($3,57 \text{ dS m}^{-1}$)	($4,53 \text{ dS m}^{-1}$)	($4,93 \text{ dS m}^{-1}$)
1	2,0500 a	1,9422 a	1,5144 a	1,3211 a	1,0611 a	0,8956 a
2	1,4144 a	1,4133 ab	0,9067 a	1,1244 a	1,0367 a	0,7344 a
3	1,3344 a	1,0622 b	1,1833 a	0,9478 a	0,9300 a	0,8000 a

*médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$); 1- Limoeiro 'Cravo', 2-HTR-69 e 3- TSKC x (LCR x TR)-59

Na Figura 46 tem-se a análise de regressão para esta variável. Para o limoeiro 'Cravo' nota-se redução de 11,60% para cada acréscimo unitário na salinidade da água (em dS m^{-1}), para o genótipo HTR-69 a redução foi de 9,11%; já para o genótipo TSKC x (LCR X TR)-059 foi de 6,64%. Cruz et al. (2003), estudando a influência da salinidade sobre o crescimento do limoeiro 'Cravo', constatara uma redução estimada em 0,88% com o aumento unitário da salinidade (em dS m^{-1}) na solução nutritiva modificada de Hoagland (1934), corroborando com os resultados obtidos por Oliveira et al. (2012), os quais concluíram que a presença de NaCl diminuiu a massa da matéria seca das raízes de genótipos de citros.

A salinidade promoveu redução na produção vegetal, notoriamente no sistema radicular, que geralmente se danifica devido ao efeito de toxicidade de íons de Na^+ . Isso afetou de certa forma a sustentação da parte aérea e a translocação de nutrientes para a parte aérea. Malavolta et al. (1997) afirmam que é de grande importância o desenvolvimento das raízes para a formação de qualquer planta, tendo em conta que quanto maior for a produção, maior será a capacidade de sustentar a parte aérea e responder cabalmente a demanda por nutrientes.

De acordo com Taiz & Zeiger (2004), o estresse salino pode limitar a absorção de água em consequência da redução do potencial osmótico no substrato, diminuindo a transpiração, o que leva à não formação de tecidos novos, principalmente no sistema radicular, o que provavelmente pode ter acontecido neste trabalho.



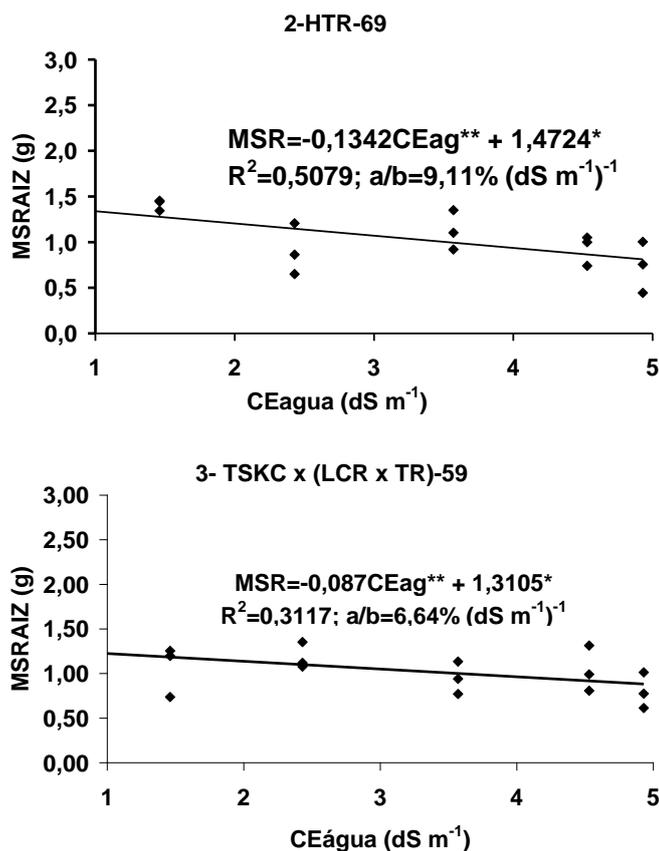


Figura 46: Efeito de níveis de salinidade da água sobre a massa seca das raízes (MSR) de genótipos de citros aos 75 dias após o transplântio.

4.2 Massa de matéria seca das folhas (MSF)

Na Tabela 16 tem-se o teste de médias (Tukey) para massa seca das folhas aos 75 dias após o transplântio. Verifica-se que houve diferenças nos tratamentos S1, S2, S3 e S4 (0,30, 1,46, 2,43 e 3,57 dS m⁻¹).

Destaca-se com a melhor média para todas as salinidades estudadas o genótipo limoeiro 'Cravo'. Constata-se que para 'S1' o genótipo HTR-069 obteve a menor média, com 1,58 g, o que indica que foi o genótipo que menos acúmulo teve de massa de matéria seca das folhas, embora não tenha diferido significativamente de TSKC x (LCR x TR)-59. Nota-se ainda, que os híbridos [HTR-069 e TSKC x (LCR x TR)-059] não diferiram significativamente em todos os níveis de estresse, corroborando com resultado de Nascimento et al. (2012) que

não observaram diferenças de genótipos híbridos sob estresse hídrico na massa de matéria seca das folhas, enquanto que Peixoto et al. (2006), estudando o crescimento de diferentes genótipos de citros sob déficit hídrico, observaram diferenças significativas nos híbridos.

Observou-se, ainda (Tabela 16) que nos níveis de maior estresse (S5-4,53 dS m⁻¹ e S6-4,93 dS m⁻¹), todos os genótipos estudados não diferiram significativamente, o que pode estar relacionado a uma similaridade na sensibilidade do estresse salino nos níveis mais altos de salinidade. Brito (2007), estudando salinidade em citros, não encontrou diferenças entre os genótipos provenientes de cruzamento com *C. Sunki*, *Trifoliata* e limoeiro 'Cravo' para massa de matéria seca das folhas.

Tabela 16. Teste de médias (Tukey) para massa seca da folha (MSF) (g por planta) de genótipos de citros estudados em diferentes níveis de estresse salino.

GEN	75 dias após o transplântio					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6
	(0,30 dS m ⁻¹)	(1,46 dS m ⁻¹)	(2,43 dS m ⁻¹)	(3,57 dS m ⁻¹)	(4,53 dS m ⁻¹)	(4,93 dS m ⁻¹)
1	3,0900 a	3,9244 a	3,4500 a	3,4267 a	2,5144 a	2,3211 a
2	1,5800 b	1,8111 b	1,1467 b	1,5667 b	1,1722 a	1,0067 a
3	1,7378 ab	1,2544 b	1,2656 b	1,2656 b	1,4722 a	1,1378 a

*médias seguidas da mesma letra vertical pertencem ao mesmo grupo de genótipos pelo teste Tukey (p < 0,05)

4.3 Massa de matéria seca total

Conforme o resultado da Tabela 17, observa-se que apenas houve diferenças significativas entre os genótipos nos tratamentos S2 (1,46 dS m⁻¹), S3 (2,43 dS m⁻¹) e S4 (3,57 dS m⁻¹). Observa-se que nestes tratamentos o limoeiro 'Cravo' obteve a maior média de acúmulo da massa de matéria seca total, variando de 6,31 g (S4) e 7,82 g (S2). Os híbridos HTR-069 e TSKC x (LCR x TR)-059 não diferiram significativamente nestes tratamentos e relacionando-se à menor massa de matéria seca total, podendo-se, dizer que a menor massa de matéria seca total destes sob condições de salinidade deveu-se ao menor

acúmulo de matéria seca nas folhas (Tabela 15). Cruz et al. (2003), estudando a influência da salinidade no limoeiro 'Cravo', observaram que a presença de NaCl na solução nutritiva foi significativa, não corroborando com Fernandes et al. (2011), os quais constataram que NaCl na água de irrigação diminuiu a massa da matéria seca total do limoeiro 'Cravo' e os demais genótipos por eles estudados.

Notou-se ainda que nos níveis de maior estresse (S5 e S6) não se constatou diferenças entre os genótipos, o que também foi observado para a massa de matéria seca das folhas. Provavelmente, essa ausência de significância estatística deve-se particularmente ao elevado coeficiente de variação obtido nas análises estatísticas para estes genótipos, explicado talvez pela condição ótima de fonte de nutrientes e pela boa capacidade destes em se desenvolverem nas condições de salinidade.

De acordo com Brito (2007), a massa de matéria seca total representa a capacidade de formação da massa vegetal. Assim, quanto maior for seu valor, maior será a eficiência vegetal em transformar a energia em fotoassimilados.

Tabela 17. Teste de médias (Tukey) para massa seca total (MST) (g por planta) de genótipos de citros estudados em diferentes níveis de estresse salino.

GEN	75 dias após o transplântio					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6
	(0,30 dS m ⁻¹)	(1,46 dS m ⁻¹)	(2,43 dS m ⁻¹)	(3,57 dS m ⁻¹)	(4,53 dS m ⁻¹)	(4,93 dS m ⁻¹)
1	6,9656 a	7,8222 a	6,4800 a	6,3078 a	4,8256 a	4,2389 a
2	4,2156 a	4,5511 b	2,8767 b	3,8556 ab	2,7856 a	2,4233 a
3	4,4900 a	3,4078 b	4,1633 ab	3,2633 b	3,5744 a	2,7411 a

*médias seguidas da mesma letra vertical pertencem ao mesmo grupo de genótipos pelo teste Tukey (p < 0,05)

4.4 Relação raiz: parte aérea

Em forma de histograma, na Figura 47 está ilustrado o teste de médias (Tukey; p < 0,005) em função dos genótipos, em cada tratamento. De maneira geral, destacaram-se os genótipos HTR-069 e TSKC X (LCR X TR)-059, com as melhores médias em todos os tratamentos, embora estes tiveram potencial

produtivo baixo em relação ao limoeiro 'Cravo' nas variáveis MSR, MSC, MSF e FST, podendo-se dizer que estes genótipos tiveram melhor desenvolvimento do sistema radicular que da parte aérea, o que possibilita que a relação entre raiz e parte aérea fosse maior em relação a limoeiro 'Cravo'. Tozlu et al. (2000) observaram uma tendência de maior média na relação de raiz/parte aérea nos híbridos provenientes de parentais envolvendo gênero *Poncirus trifoliata*, como também registrado neste trabalho. Nascimento et al. (2012) reportam que os híbridos provenientes de Trifoliata e C. Sunki apresentam maiores médias de relação de raiz e parte aérea, corroborando com Brito (2007) em estudos de salinidade, nos quais genótipos TSKC x CTQT1439-004, TSKC x CTSW-064, TSKC s CTARG-015 e TSKC x CTARG-081 apresentaram maiores médias de R/PA.

Existem várias abordagens sobre relação raiz: parte aérea. Marschner (1995) afirma que algumas plantas sob estresse tendem a aumentar o sistema radicular, o que leva à exploração de um volume maior do solo, favorecendo a absorção de água e de nutrientes necessários a planta, porém em solos há limitações no fornecimento de nutrientes, diferentemente deste trabalho.

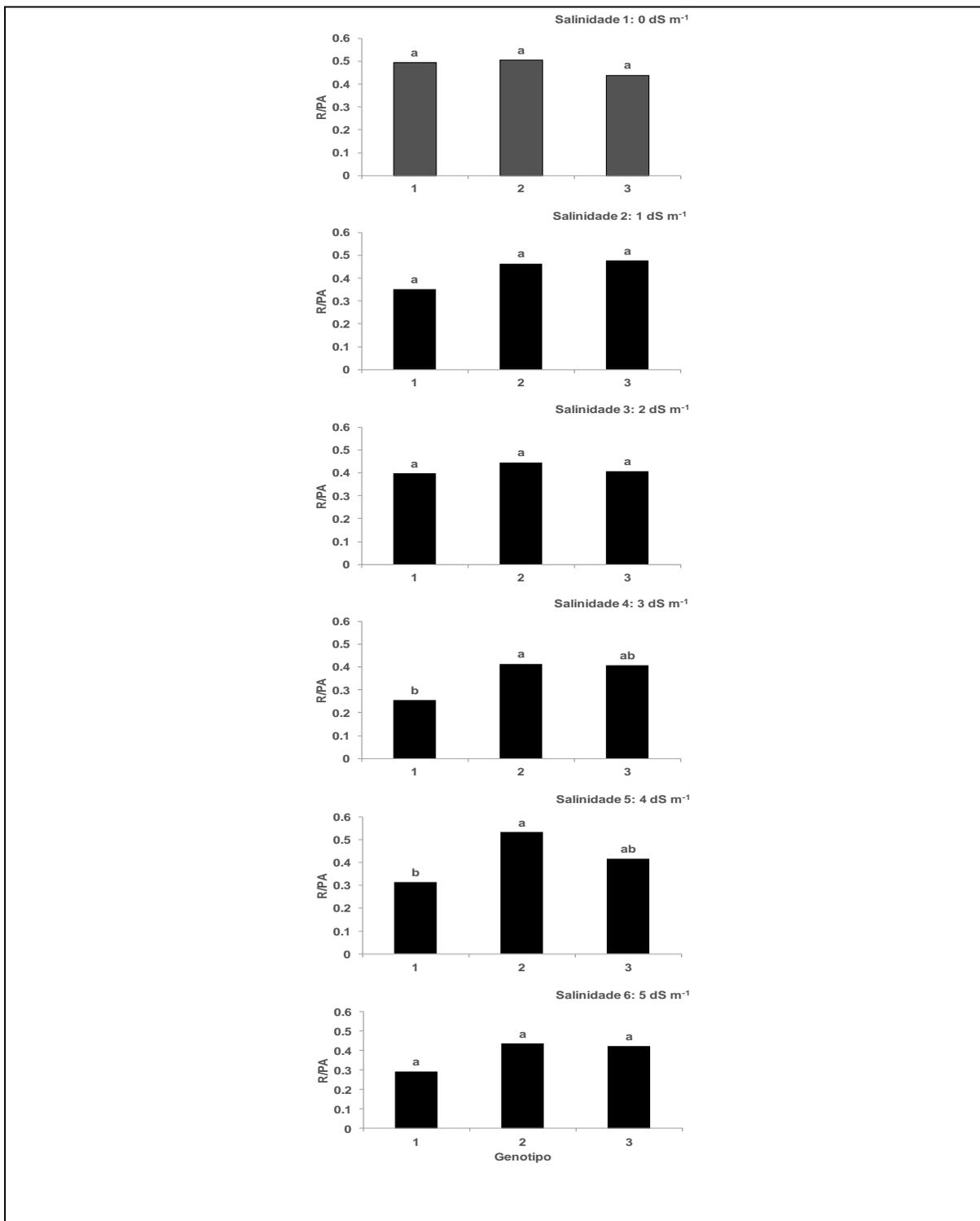


Figura 47. Teste de médias (Tukey) para a relação raiz: parte aérea (R/PA) de genótipos de citros em diferentes níveis aos 75 dias após o transplântio. *1-limoeiro 'Cravo', 2- HTR-069 e 3- TSKC x (LCR x TR)-059.

4.5 Teor da água na parte aérea

Na Tabela 14 consta o resumo da análise de variância para o teor de água na parte aérea observa-se que não houve diferenças significativas entre os genótipos, níveis de salinidade e interação entre esses dois fatores. Levy et al. (1999), trabalhando com a resposta de genótipos de citros à irrigação com águas salobras, não encontraram diferenças significativas no acréscimo unitário nos níveis de salinidade (1 a 6 dS m⁻¹) entre os genótipos de citros provenientes de cruzamento de *Poncirus trifoliata* com limoeiro 'Cravo'.

4.6 Classificação dos genótipos

Utilizou-se dois critérios para a classificação dos genótipos quanto ao potencial produtivo e à salinidade. Para isso recorreu-se dos genótipos que se destacaram nas variáveis de crescimento. Optou-se também pelo rendimento relativo com o aumento da salinidade da água em função da variável massa seca total (MST).

Quanto à altura da planta (Tabela 10), apesar de não haver diferenças significativas entre os genótipos na última época de avaliação, notou-se um maior percentual de redução com o aumento da salinidade no limoeiro 'Cravo'.

Em relação ao número de folhas (Tabela 11), observou-se uma distinção entre os genótipos até o nível de salinidade 'S4' aos 75 DAT, com a maior média em limoeiro 'Cravo' e menor percentual de redução com aumento da salinidade.

Para o diâmetro do caule (Tabela 12), observou-se diferenças somente no S2 aos 75 DAT, porém o limoeiro 'Cravo' se destacou com as maiores médias em todos os níveis, apesar de ter maior percentual de redução em relação aos outros dois genótipos com o aumento da salinidade.

Contudo o limoeiro 'Cravo' apresentou maior redução relativa para cada acréscimo unitário na CEa (dS m⁻¹) para as variáveis altura da planta, número de folhas, diâmetro do caule, taxa de crescimento relativo de diâmetro de caule e a massa de matéria seca da raiz. O fato dos genótipos HTR-069 e TSKC x (LCR x

TR)-059 apresentarem reduções relativas, por acréscimo unitário na salinidade da água, menores que as observadas no limoeiro 'Cravo', que é um genótipo reconhecidamente tolerante à salinidade, indica que esses genótipos (HTR-069 e TSKC x (LCR x TR)-059) têm potencial para exploração de águas salobras e solos salinos..

Em relação ao segundo critério de classificação dos genótipos à salinidade, utilizou-se a metodologia descrita por Fageria et al. (2010), considerando como base a massa seca total (MST), qual seja: redução entre 0%-20%, 21%-40%, 41%-60% implicam nas classes Tolerante, Moderadamente Tolerante e Moderadamente Sensível, respectivamente.

Tabela 18. Resumo da avaliação da tolerância à salinidade (S_6 4,93 dS m⁻¹) com base no rendimento relativo da massa seca total (RRMST), seguindo a classificação de Fageria et al. (2010).

GEN	RRMST (%)	Índices	Classe
1	39,15	21-40	MT
2	42,52	41-60	MS
3	38,95	21-40	MT

*T= tolerante; MT= moderadamente tolerante e MS= moderadamente sensível.

1- Limoeiro 'Cravo', 2- HTR-069 e 3- TSKC x (LCR x TR)-059

Com base na Tabela 18 de rendimento relativo em função da massa seca total, nota-se que os genótipos limoeiro 'Cravo' e TSKC X (LCR X TR)-059 se destacaram como moderadamente tolerantes e o genótipo HTR-069 foi classificado como moderadamente sensível.

Brito (2007), estudando a tolerância de genótipos de citros à salinidade, observou que o limoeiro 'Cravo' foi tolerante até 4 dS m⁻¹ na salinidade da água de irrigação. Neste trabalho, o limoeiro 'Cravo' foi enquadrado como moderadamente tolerante no nível de salinidade 4,93 dS m⁻¹.

5. CONCLUSÃO

1. A altura da planta é maior no limoeiro 'Cravo' em relação aos outros genótipos HTR-069 e TSKC x (LCR x TR)-059.
2. O limoeiro 'Cravo' tem maior média de desenvolvimento ao longo do tempo em número de folhas e diâmetro do caule.
3. O estresse salino afeta as taxas de crescimento relativo de altura da planta e diâmetro do caule em genótipos de citros.
4. O uso de sistema hidropônico na tolerância à salinidade de genótipos de citros não proporcionou diferenças entre os genótipos e níveis de salinidade em relação a teor de água na parte aérea da planta.
5. Com base no rendimento relativo, classificam-se os genótipos no nível de salinidade $4,93 \text{ dS m}^{-1}$ em: moderadamente tolerante o limoeiro 'Cravo' e o híbrido TSKC x (LCR x TR)-059 e como moderadamente sensível o híbrido HTR-069.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, O. A. **Informações meteorológicas do CNP**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA – CNPMF. 1999. 35p. (EMBRAPA – CNPMF. Documentos, 34).
- Alves, M. S.; Soares, T. M.; Silva, L. T.; Fernandes, J. P.; Oliveira, M. L. A.; Paz, V. P. S. Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.5, p.491-498, 2011.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D.W. A qualidade da água na agricultura. FAO, UFPB, 1999, p.153.
- BELTRÁN, J.M. Irrigation with saline water: benefits and environmental impact. *Agricultural Water Management*, v.40, n.1, p.183-194, 1999
- BRITO, M. E. B., Tolerância de porta-enxertos de citros à salinidade.. UFCG, Campina Grande. 2007. Dissertação de mestrado.
- BOAVENTURA, P.S.R. Demanda por nutrientes de porta-enxertos e mudas cítricas produzidas em substrato em ambiente protegido. IAC, Campinas, 2003. Dissertação de mestrado
- BAÑULS, J., PRIMO-MILLO, E. Effects of salinity on some Citrus scion rootstock combinations. **Annals of Botany**, v.76. p. 97-102. 1995.
- CORRÊA, R.M.; PINTO, S.I.C.; REIS, E.S.; CARVALHO, V.A.M. Hydroponic production of fruit tree seedlings in Brazil. In: A standard methodology for plant biological. IFMG, 2011, p.225-243,
- CRESTANI, M.; SILVA, J.A.G.; TESSMANN, E.W.; SILVEIRA, S.F.S.; NOMBERG, R.; RIBEIRO, G., CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C. Protocolos para seleção quanto à tolerância ao alumínio em aveia sob cultivo hidropônico. **Revista Brasileira Agro ciência**, v.17, n.3-4, p.311-320, 2011
- CRUZ, J. L.; PELACANI, C. R.; SOARES FILHO, W.S.; CASTRO NETO, M. T.; COELHO, E. F.; DIAS, A. T.; PAES, R. A. Produção e partição de matéria seca e abertura estomática do limoeiro 'Cravo' submetido a estresse salino. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 528-531, 2003.
- DIAS, N.S., BLANCO, F.F., Efeito de sais no solo e na planta. In: Manejo da salinidade na Agricultura. In: Manejo da salinidade na agricultura: Básicos e aplicados. INCTSal, cap 9, 2010, p.129-140

ERICKSON, L. C. The general physiology of citrus, In: REUTHER, W.; BATCHELOR, L.D.; WEBBER, H.J. (Ed.) The citrus industry. Berkeley: University of Califórnia, v.2, 1968, p.86-126.

FAGERIA, N.K.; SOARES FILHO, W.S.; GHEYI, H.R. Melhoramento genético vegetal e seleção de cultivares tolerantes à salinidade. In: Manejo da salinidade na agricultura: Básicos e aplicados. INCTSal, cap 13, 2010, p.205-216

FAQUIN, V.; CHALFUN, N.N.J. Hidromudas: processo de produção de porta-enxerto de mudas frutíferas, florestais e ornamentais enxertadas em hidroponia. In: Instituto Nacional de Propriedade Intelectual. (BRN.PI 0802792-7). Acesso em: 16 de Janeiro de 2013. Disponível em <<http://www.inpi.gov.br/meu-superior/pesquisas>>.2012

FERREIRA, R.P.; MOREIRA, A.; RASSINI, J.B. Toxidez de alumínio em culturas anuais. Documentos:63. Embrapa pecúaria sudeste.p. 35.2006

FERNANDES, P.D, BRITO, M.E.B.; GHEYI, H.R.; FILHO, W.S.S., MELO; A.S. Crescimento de híbridos e variedades porta-enxertos de citros sob salinidade. **Acta Scientiarum Agronomy**. v.33.n. 2. p. 259-267. 2011.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para windows versão 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 2000, São Carlos-SP, v. 45, p. 255- 258.

FERRAREZI, R.S. Fontes de ferro no desenvolvimento de porta-enxertos cítricos produzidos em substrates. IAC, 2006, Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical).

FURLANI, A.M.C.; FURLANI, P.R. Composição e pH de soluções nutritivas para estudos fisiológicos e seleção de plantas em condições adversas. Campinas: IAC. p.21-26, (Boletim Técnico, 121), 1988.

GARCÍA-LEGAZ, M.F., ORTIZ, J.M., GARCÍA-LIDÓN, A., CERDÁ, A., Effect of salinity on growth, ion content and CO₂ assimilation rate in lemon varieties on different rootstock. **Physiology plantarum**, v.89, p. 427- 432,1993.

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. The water culture method for growing plants without soil. In: Berkley: University of California, Agricultural Experimental Station. Circular.349, 1938, 38 p.

INMET. Dados obtidos da estação meteorológica da Rede INMET (latitude - 12.6666°; longitude -39.1500; altitude 225,87 m). Disponível em:

<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>

Acesso em: 12/02/2013

JÚNIOR, R. P. S. Condições meteorológicas e consumo de água por mudas cítricas em ambiente protegido. IAC, 2007, Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropic e Subtropical).

LACERDA, C.F., Crescimento e acúmulo de solutos orgânicos e inorgânicos em dois genótipos de sorgo forrageiros submetidos a estresse salino. UFV, 2000 Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal)

LACERDA, C.F.; COSTA, R.N.T.; BEZERRA, M.A.; GHEYI, H.R. Estratégias de manejo para uso de água salina na agricultura. In: Manejo da salinidade na agricultura: Básicos e aplicados. INTSal, cap 17, v.2, 2010, p.304-317.

LEVY, Y., SHALHEVET, J., LIFSHITZ, J., The effect of salinity on citrus rootstock and scions. Proc. Intl. Society Citriculture. In: VII citrus congress, v.1, 1992, p. 391- 396.

LEVY, A.; LIFSHITZ, j.; DE MALACH, Y.; DAVID, Y., The response of several citrus genotypes to high-salinity irrigation water. In: **Hortscience**, n.5, v. 34, p.878-881, 1999

LLOYD, J., KRIEDEMANN, P., ASPINALL, D. Comparative sensitivity of Prior Lisbon lemon and Valencia orange trees to foliar sodium and chloride concentrations. **Plant Cell Environ**, v.12, p. 529-540, 1989.

LLOYD, J.; KRIEDEMANN, P.; ASPINALL, D. Contrasts between Citrus species in response to salinisation: An analysis of photosynthesis and water relations for different rootstock-scion combinations. **Physiology Plant**, v. 78, p. 236-246, 1990.

LLOYD, J., HOWIE, H., Salinity, stomatal responses and whole-tree hydraulic conductivity of orchard Washington navel orange, Citrus sinensis (L). **Journal agriculture**, v.40, p.359- 369, 1989a.

MAAS, E.V., Salinity and citriculture. **Tree physiology**, v. 12, p. 236- 246, 1993.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2 ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 201p.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of heigher plants. 2.ed. International Potash Institute, 1995, p. 680.

MEDEIROS, J.F.; MAIA, C.E.; PORTO FILHO, F.Q. Água salina como recurso. In: WORKSHOP 'USO E REÚSO DE ÁGUAS DE QUALIDADE INFERIOR', 1., 2005,

Campina Grande. **Transcrição das palestras**. Campina Grande: UFCG; UEPB, 2005. 1 CD-ROM.

NASCIMENTO, A.K.S.; FERNANDES, P.D.; SUASSUNA, J.F.; OLIVEIRA, A.C.M.; SOUZA, M.S.S.; AZEVEDO, J.G.N. Tolerância de genótipos de citros ao estresse hídrico na fase de porta-enxertos. **Irriga**, Ed.especial, p. 438-452, 2012.

OLIVEIRA, A.C.M.; BRITO, K.S.A.; AZEVEDO, C.A.V.; SUASSUNA, J.F.; FERNANDES, P.D.; NASCIMENTO, R. Crescimento de genótipos de citros sob condições de estresse salino. In: workshop internacional de inovações tecnológicas de irrigação, IV, 2012, Fortaleza-CE.

PEIXOTO, C.P., CERQUEIRA, A.C., SOARES FILHO, W.S., CASTRO NETO, M.T. DE, LEDO, C.A.S.S., MATOS, F.S.A., OLIVEIRA, J.G. DE, Análise de crescimento de diferentes genótipos de citros cultivados sob déficit hídrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n. 3, p. 439- 443, 2006

REED, D.W. Combating poor water quality with water purification system. Water, media and nutrition for greenhouse crops. Ball publishing. Illinois. P.349-352.1996

REZENDE, C.F.A.; FERNANDES, E.P.; SILVA, M.F.; LEANDRO, W.M. Crescimento e acúmulo de nutrientes em mudas cítricas cultivadas em ambiente protegido. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 3, p. 367-375, 2010.

ROSA, C. Levantamento de dados da area cultivada e as variedades de citros na região do alto Uruguai-Rio Grande do Sul. Unisinos. 2010. Especialização
RHOADES, J.P.; KANDIAH,A.; MASHALI, A.M. Uso de águas Salinas para a produção agrícola.UFPB, FAO 48, 2000, p. 117.

SANTOS, C.H.; GRASSI FILHO, H.; RODRIGUES, J.D.; PINHO, S.Z. Níveis de alumínio e acúmulo de macronutrientes em porta-enxertos cítricos em cultivo hidropônico. **Scientia Agrícola**, v.56, n.4, p. 1165-1175,1999.

SANTOS, A. N.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; SILVA, D. J. R.; MONTENEGRO, A. A. A. Cultivo hidropônico de alface com água salobra subterrânea e rejeito da dessalinização em Ibimirim, PE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.961-969, 2010.

SECKLER, D; AMARASINGHE, U.; MOLDEM, D.; SILVA, R., BAKER, R. Wold water demand and supply, 1990 to 2005: Scenarios and tissues issues. Research report, Colombo: International water management institute, 1990, v.19, p.41.

SCHÄFER, G.; SOUZA, P.V.D.; DAUT, R.H.S. & DORNELLES, A.L.C. Substratos na emergência de plântulas e expressão da poliembrionia em porta-enxertos de citros. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.2, p.471-474, 2005.

SCHMITZ, J.A.K. Cultivo de *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. em recipientes: influência de substratos e de fungos micorrízicos arbusculares. UFRS, 1998, Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)

SOARES FILHO, W. S.; LEDO, C.A.S; QUINTELA, M.P.; MATTOS, L.A.; PASSOS, O.S.; SOUZA, A.S.. Cruzamentos em citros: frequência e vigor de híbridos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 2, p. 393-398, 2007.

SOARES, T.M. Desenvolvimento de três porta-enxertos cítricos utilizando águas salinas. ESALQ, 2003, Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola).

SOARES, T. M. Utilização de águas salobras no cultivo da alface em sistema hidropônico NFT como alternativa agrícola condizente ao semi-árido brasileiro. ESALQ, Piracicaba, 2007, Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem).

SOARES, T.M., DUARTE, S.N., GRAF, C.C.D., ZANETTI, M., ZOCCHI, S.S., Produção de mudas cítricas utilizando águas salinas. **Irriga**, v.10, n. 3, p. 288-298, 2006.

SOARES, T.M.; DUARTE, S.N.; SILVA, E.F.F.; JORGE, C. Combinação de águas doce e salobra para produção de alface hidropônica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.705-714, 2010a.

SPEHAR, C.R.; SOUZA, L.A.C. Selection for aluminum tolerance in tropical soybeans. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.36, n.1, p.01-06, 2006.

STEPPUHN, H.; VAN GENUCHTEN, M. TH.; GRIEVE, C.M. Root-zone salinity: I. Selecting a product-yield index and response function for crop tolerance. **Crop Science**, Madison, v. 45. p. 209-220, 2005.

STOREY, R.; WALKER, R.R. Citrus and salinity. Amsterdam: Elsevier Scientific, Scientia horticulturae. v.78 p.39-81. 1999

STOREY, R., Salt tolerance, ion relations and effect of root medium on the response of citrus to salinity. **Journal plant physiology**, v.22, p. 101-114,1995

SUASSUNA, J.F.; OLIVEIRA, A. C. M. de; FERNANDES, P. D.; BRITO, K. S. A.; SOUSA, M. S. da S.; SOARES FILHO, W. dos S. Alteração na fitomassa de portaenxertos de citros sob salinidade da água de irrigação. In:CONGRESSO

BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal. Frutas: saúde, inovação e responsabilidade: anais. Natal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2010

SYVERTSEN, J.P.; SMITH, M.L.; BOMAN, B.J.. Tree growth, mineral nutrition and nutrient leaching losses from soil of salinized citrus. **Agriculture Ecosystem Environment**, v. 45, p. 319-334, 1993.

TAIZ, L., ZEIGER, E., Fisiologia vegetal. **Art:med**, Porta Alegre, 2004, p. 718-719.

TOZLU, I.; MOORE, G.A.; GUY, C.L. Regulation of growth and differential tissue dry mass accumulation by *Citrus grandis*, *Poncirus trifoliata*, and their F1 under salinized and non-salinized environments. **Australia Journal Plant Physiology**, v.27, p. 27-33, 2000.

TOZLU, I.; GUY, C.L.; MOORE, G.A. Tolerance mechanisms to salinity stress in *Citrus* and *Poncirus*. **Acta Horticulture**. n. 573, p. 271-281, 2002.

WALKER, R.R.,. Sodium exclusion and potassium-sodium selectivity in salt-treated trifoliata orange (*Poncirus trifoliata*) and Cleopatra mandarin (*Citrus reticulata*) plants. **Australia Journal Plant Physiology**, v.13, p. 293-303, 1986.

ZEKRI, M., PEARSONS, L.R. Salinity tolerance of citrus rootstock: effects of salt on root and leaf mineral concentrations. **Plant and soil**, v.147, p. 171- 181,1992.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É fato que a salinização de solos e o uso de águas salobras ou de reuso para a irrigação tornou-se um dos fatores mais frequentes em regiões semiáridas, o que de certa maneira vem afetando o desenvolvimento da agricultura e mais especificamente da citricultura nessas regiões. Deste modo, a necessidade de porta-enxertos tolerantes a salinização torna-se cada vez mais pertinente para a produção de citros.

O cultivo in vitro é uma das técnicas que pode suprir as limitações da seleção de genótipos tolerantes à salinidade, por ser também considerada de grande impacto na agricultura principalmente por permitir a produção de plântulas em larga escala. Neste trabalho foi possível evidenciar isso, devido ao elevado número de repetições trabalhado, mas não foi possível evidenciar o grau de tolerância dos genótipos estudados, porque os genótipos Limoeiro 'Cravo' e Limoeiro 'Volkameriano' foram os menos afetados expressivamente nas variáveis de crescimento (número de folhas vivas, número de folhas mortas, altura da planta e comprimento de maior raiz). Não foi evidenciado expressivamente o efeito da salinidade nesta metodologia, provavelmente devido às características genéticas de todos os genótipos estudados, que poderiam se adaptar com a toxicidade dos íons Na e Cl juntamente com a disponibilidade de nutrientes.

O sistema hidropônico, por ser uma técnica que agrega diversas vantagens como a precocidade e a nutrição equilibrada, torna-se uma alternativa interessante de metodologia para a seleção de genótipos à tolerância à salinidade. No entanto, também não foi evidenciado neste trabalho um efeito expressivo da salinidade aos genótipos estudados, provavelmente tenha se expressado a similaridade das características genéticas dos mesmos quanto à tolerância à salinidade. O fato de o Limoeiro 'Cravo' ter a maior redução nas variáveis estudadas em relação a HTR-69 e TSKC x (LCR x TR)-59, não se pode considerar como o mais susceptível a salinidade, não só pela pouca e baixa diferença em relação aos outros genótipos estudados, mas também pelo seu referencial em literaturas especializadas quanto o seu elevado grau de tolerância à salinidade.

Foi feito um experimento piloto em sistema hidropônico do tipo 'Floating' com os mesmo seis genótipos avaliados em cultivo in vitro, infelizmente o experimento não chegou ao fim devido a problemas fitossanitários com *Pythium*, provavelmente devido a temperatura elevada da solução nutritiva aplicada ou pela deficiente oxigenação da solução. Como solução, o sistema foi alterado, optando-se pelo cultivo sem solo baseado na capilaridade. As plantas cresceram satisfatoriamente e foi possível classificar quanto a tolerância aos sais. Por outro lado, como não se tinha a mesma diversidade de genótipos originalmente planejada, a comparação com o cultivo in vitro foi prejudicada.

A avaliação da massa de matéria seca de todas as partes da planta em vários períodos de avaliação ao longo do experimento é um fator importante, pois podera-se classificar os genótipos seguindo a Fageria et al. (2010). O tempo de exposição das plantas aos sais, é um outro fator importante nas comparações, pois pode levar à aclimatação do efeito dos sais.

Nesse sentido, a comparação entre os dois sistemas (cultivo in vitro e sem solo) foi prejudicada, já que para o cultivo in vitro foi encerrado com 150 DAS e o sem solo com 75 DAT.

Outro complicador para o contraste das duas metodologias foi que no cultivo in vitro as plantas do genótipo *Poncirus trifoliata* ao final do período experimental já estavam com crescimento comprometido pelas dimensões de tubo de ensaio.

Em síntese, ambas as técnicas têm potencial para 'screening' em programas de melhoramento, mas precisam consideram o mesmo tempo de exposição para o contraste e tentar uma ampla gama de genótipos antes de preconizá-las para o uso efetivo.

APÊNDICES

Apêndice 1. Valores médios de números de folhas vivas em função dos genótipos (GEN) e da sanidade (S) com teste de média (Scott-knott).

GEN	30 dias após semeadura						60 dias após semeadura					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S1	S2	S3	S4	S5	S6
1	2,213 b	2,275 b	1,800 b	1,931 a	4,015 a	3,625 a	2,344 b	2,844 b	2,407 b	2,662 a	3,877 a	3,783 a
2	3,447 a	2,646 b	1,644 b	2,858 a	4,760 a	1,686 b	4,307 a	3,208 b	2,313 b	2,442 a	4,970 a	1,386 b
3	4,593 a	4,046 a	1,626 b	1,369 a	1,821 b	1,506 b	4,980 a	4,623 a	2,511 b	2,181 a	2,836 b	2,319 b
4	3,869 a	2,531 b	1,714 b	2,369 a	2,092 b	1,475 b	4,088 a	2,954 b	2,000 b	2,623 a	2,262 b	1,583 b
5	3,393 a	3,141 a	4,571 a	2,362 a	3,221 a	1,807 b	4,440 a	3,518 b	4,093 a	2,554 a	3,571 a	2,286 b
6	1,988 b	1,940 b	1,424 b	0,000 b	1,414 b	0,746 b	3,013 b	2,360 b	2,071 b	2,100 a	1,986 b	1,362 b

GEN	90 dias após semeadura						120 dias após semeadura						150 dias após semeadura					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S1	S2	S3	S4	S5	S6
1	12,69 b	10,50 b	11,07 a	7,31 a	6,15 a	5,00 a	14,75 c	12,00 a	11,67 a	6,77 b	8,69 a	5,42 a	17,88 b	12,38 a	11,13 a	7,15 b	11,39 a	6,17 a
2	6,67 c	5,54 c	5,31 b	3,67 b	4,20 a	4,29 a	8,93 d	7,69 b	6,06 b	3,42 c	3,70 b	4,71 a	11,13 c	7,69 b	6,19 b	3,58 b	4,00 b	5,33 a
3	17,47 a	13,23 a	8,74 a	8,63 a	7,00 a	7,58 a	20,73 a	15,39 a	9,74 a	11,00 a	8,64 a	4,56 a	23,13 a	16,15 a	11,63 a	12,00 a	9,57 a	6,06 a
4	9,50 b	10,69 b	8,71 a	10,39 a	7,39 a	5,00 a	11,63 d	12,54 a	9,57 a	10,92 a	6,85 b	5,83 a	13,06 c	12,85 a	9,64 a	10,15 a	6,62 b	5,75 a
5	10,93 b	8,82 b	7,71 b	5,62 b	7,71 a	6,79 a	14,13 c	9,35 b	8,07 b	6,96 b	7,86 a	6,64 a	16,67 b	11,18 b	9,14 a	0,23 b	8,36 a	6,43 a
6	11,25 b	10,47 b	6,94 b	8,46 a	7,64 a	5,62 a	16,63 b	13,53 a	9,41 a	8,64 a	9,64 a	7,39 a	22,13 a	14,73 a	11,12 a	7,27 b	10,21 a	7,77 a

*medias seguidas da mesma letra na coluna pertencem ao grupo de genótipos pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$)

Apêndice 2. Valores médios de números de folhas mortas em função dos genótipos e da sanidade com teste de média (Scott-knott).

GEN	60 dias após semeadura						90 dias após semeadura					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S1	S2	S3	S4	S5	S6
1	0,13 a	0,25 a	0,40 a	0,92 b	1,31 b	1,17 a	0,13 a	0,88 a	0,87 a	1,77 b	2,08 b	1,83 b
2	0,27 a	0,23 a	0,00 a	0,33 a	0,50 a	0,71 a	0,33 a	0,39 a	0,75 a	0,50 a	0,60 a	0,00 a
3	0,53 a	1,15 b	0,63 b	1,25 b	2,43 c	2,31 c	1,40 b	1,47 a	2,74 b	2,50 b	4,00 c	4,50 d
4	0,38 a	0,77 b	0,93 b	1,54 b	1,85 c	0,83 a	0,50 a	1,39 a	1,50 a	1,62 b	3,15 c	1,83 b
5	0,20 a	0,41 a	0,00 a	0,23 a	0,50 a	0,64 a	0,40 a	0,77 a	0,36 a	0,31 a	1,00 a	1,07 b
6	0,00 a	0,20 a	0,18 a	0,18 a	1,14 b	1,54 b	0,13 a	0,47 a	1,06 a	0,64 a	3,07 c	3,00 c

GEN	120 dias após semadura						150 dias após semeadura					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S1	S2	S3	S4	S5	S6
1	0,13 a	1,00 a	1,73 b	2,46 b	2,38 a	2,41 b	0,13 a	1,32 a	2,60 b	3,00 b	3,39 a	2,83 b
2	0,33 a	0,69 a	0,94 a	0,75 a	1,20 a	0,00 a	0,67 a	0,85 a	1,44 a	1,08 a	1,70 a	1,00 a
3	1,53 b	2,23 b	4,58 c	4,38 c	5,79 b	6,56 d	1,07 a	2,85 b	6,47 c	5,56 c	7,86 c	7,94 d
4	0,38 a	2,46 b	2,07 b	2,54 b	4,62 b	2,83 b	0,63 a	2,15 b	2,57 b	3,46 b	5,46 b	3,67 b
5	0,40 a	1,41 a	0,38 a	0,69 a	1,43 a	1,86 b	0,40 a	2,12 b	1,36 a	1,46 a	2,29 a	2,64 b
6	0,29 a	0,67 a	2,12 b	2,55 b	4,71 b	5,00 c	0,63 a	1,27 a	2,77 b	4,18 b	6,21 b	6,23 c

*medias seguidas da mesma letra na coluna pertencem ao grupo de genótipos pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$)

Apêndice 3. Valores médios da altura da planta (cm) em função dos genótipos (GEN) e da sanidade (S) com teste de média (Scott-knott).

GEN	30						60					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S1	S2	S3	S4	S5	S6
1	2,156 b	1,619 b	2,067 b	1,369 a	3,569 a	1,742 b	3,313 b	2,625 b	3,000 b	3,200 b	4,623 a	2,467 b
2	3,873 a	2,015 b	2,131 b	1,742 a	1,580 b	0,543 b	5,080 a	3,046 b	2,775 b	2,792 b	2,170 b	1,457 b
3	3,613 a	4,546 a	2,258 b	1,994 a	2,286 b	1,719 b	5,500 a	5,623 a	4,368 a	4,169 a	4,100 a	4,038 a
4	3,775 a	4,377 a	3,250 a	2,423 a	2,323 b	1,625 b	4,575 a	5,754 a	3,914 a	3,392 b	2,854 b	1,942 b
5	3,073 a	2,635 b	3,250 a	2,762 a	2,257 b	3,493 a	5,613 a	4,382 a	4,971 a	4,831 a	3,936 a	5,493 a
6	1,850 b	1,540 b	1,165 b	0,110 b	1,443 b	0,823 b	2,950 b	2,420 b	2,282 b	2,036 b	2,221 b	1,815 b

GEN	90 dias após semeadura						120 dias após semeadura						150 dias após semeadura					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S1	S2	S3	S4	S5	S6
1	4,188 b	3,663 c	3,933 c	3,762 b	5,062 a	2,892 b	5,219 b	4,088 b	4,687 b	4,292 b	5,200 a	3,267 b	5,850 b	4,502 b	5,287 c	5,623 b	5,577 a	3,425 b
2	5,920 a	3,546 c	3,213 c	3,283 b	2,640 b	1,743 b	6,733 a	4,138 b	3,750 c	3,625 b	2,890 b	1,986 b	7,753 a	4,731 b	4,231 c	4,092 b	3,550 a	2,567 b
3	6,293 a	6,792 a	6,926 a	5,438 a	4,864 a	5,394 a	6,953 a	7,377 a	8,726 a	7,281 a	5,471 a	5,906 a	7,860 a	7,969 a	10,063 a	7,838 a	6,257 a	6,700 a
4	5,125 b	6,231 a	4,757 c	3,992 b	4,031 a	2,417 b	5,413 b	6,615 a	5,136 b	4,254 b	4,169 b	2,575 b	5,600 b	7,423 a	5,393 c	4,654 b	5,008 a	3,100 b
5	6,460 a	4,971 b	5,421 b	5,615 a	4,879 a	6,229 a	7,327 a	5,276 b	5,429 b	6,131 a	5,229 a	6,650 a	8,147 a	5,882 b	6,971 b	6,838 a	5,750 a	7,421 a
6	3,756 b	3,320 c	3,271 c	3,100 b	3,250 a	2,377 b	4,525 b	3,867 b	3,671 c	3,445 b	3,979 b	2,669 b	5,563 b	4,447 b	4,671 c	3,973 b	4,707 a	3,169 b

*medias seguidas da mesma letra na coluna pertencem ao grupo de genótipos pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$)

Apêndice 4. Valores médios de comprimento de maior raiz (cm) em função dos genótipos (GEN) e da sanidade (S) com teste de média (Scott-knott).

GEN	30 dias após semeadura						60 dias após semeadura					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S1	S2	S3	S4	S5	S6
1	2,213 b	2,275 b	1,800 b	1,931 a	4,015 a	3,625 a	2,344 b	2,844 b	2,407 b	2,662 a	3,877 a	3,783 a
2	3,447 a	2,646 b	1,644 b	2,858 a	4,760 a	1,686 b	4,307 a	3,208 b	2,313 b	2,442 a	4,970 a	1,386 b
3	4,593 a	4,046 a	1,626 b	1,369 a	1,821 b	1,506 b	4,980 a	4,623 a	2,511 b	2,181 a	2,836 b	2,319 b
4	3,869 a	2,531 b	1,714 b	2,369 a	2,092 b	1,475 b	4,088 a	2,954 b	2,000 b	2,623 a	2,262 b	1,583 b
5	3,393 a	3,141 a	4,571 a	2,362 a	3,221 a	1,807 b	4,440 a	3,518 b	4,093 a	2,554 a	3,571 a	2,286 b
6	1,988 b	1,940 b	1,424 b	0,000 b	1,414 b	0,746 b	3,013 b	2,360 b	2,071 b	2,100 a	1,986 b	1,362 b

GEN	90 dias após semeadura						120 dias após semeadura						150 dias após semeadura					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S1	S2	S3	S4	S5	S6
1	3,038 b	3,238 b	2,907 a	3,123 a	3,707 a	4,008 a	3,919 b	3,888 b	3,340 a	3,623 a	4,431 a	4,392 a	5,063 b	4,456 a	3,967 b	4,415 a	5,723 a	5,141 a
2	4,813 a	2,962 b	2,931 a	2,258 a	4,860 a	1,843 b	5,320 a	3,577 b	3,263 a	2,733 a	4,990 a	2,514 b	6,127 a	4,177 a	3,681 b	4,642 a	5,930 a	3,750 a
3	5,627 a	5,123 a	3,311 a	3,006 a	3,307 b	3,188 a	5,913 a	5,285 a	4,168 a	4,056 a	3,779 b	3,775 a	6,593 a	5,438 a	5,437 a	5,369 a	4,807 a	3,831 a
4	4,081 b	3,300 b	2,207 a	2,692 a	2,569 b	1,783 b	4,188 b	3,438 b	2,850 a	3,046 a	2,746 b	1,958 b	4,350 b	3,908 a	3,500 b	3,146 b	2,792 b	2,675 b
5	5,447 a	4,094 a	3,864 a	2,554 a	4,036 a	2,743 a	6,187 a	4,388 b	3,864 a	3,123 a	4,607 a	3,429 a	7,200 a	4,600 a	5,550 a	3,777 b	6,071 a	4,164 a
6	3,613 b	3,293 b	2,365 a	2,782 a	2,650 b	1,738 a	4,388 b	3,907 b	3,047 a	3,236 a	2,914 b	2,185 b	3,056 b	4,413 a	3,453 b	3,909 b	3,643 b	2,754 b

*medias seguidas da mesma letra na coluna pertencem ao grupo de genótipos pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$)

