



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS

ROBERTA CHAIENE ALMEIDA BARBOSA

**TOLERÂNCIA À SALINIDADE DE GENÓTIPOS DE CITROS RECOMENDADOS
COMO PORTA-ENXERTOS**

POMBAL-PB

2013

ROBERTA CHAIENE ALMEIDA BARBOSA

**TOLERÂNCIA À SALINIDADE DE GENÓTIPOS DE CITROS RECOMENDADOS
COMO PORTA-ENXERTOS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre (M.Sc.) em Sistemas Agroindustriais - Linha de pesquisa: Gestão e Tecnologia Ambiental em Sistemas Agroindustriais.

Orientador: MARCOS ERIC BARBOSA BRITO

POMBAL-PB

2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL
CAMPUS POMBAL/CCTA/UFCG

DIS

B238t

Barbosa, Roberta Chaiene Almeida.

Tolerância à salinidade de genótipos de citros recomendados como porta-enxertos / Roberta Chaiene Almeida Barbosa. – Pombal, 2013. 80f.

Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2013.

"Orientação: Prof. Dr. Marcos Eric Barbosa Brito".
Referências.

1. *Citrus Spp.* 2. Citricultura. 3. Estresse Salino. I. Brito, Marcos Eric Barbosa. II. Título.

UFCG/CCTA

CDU 634.3

ROBERTA CHAIENE ALMEIDA BARBOSA

**TOLERÂNCIA À SALINIDADE DE GENÓTIPOS DE CITROS RECOMENDADOS
COMO PORTA-ENXERTOS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre (M.Sc.) em Sistemas Agroindustriais – Linha de pesquisa: Gestão e Tecnologia Ambiental em Sistemas Agroindustriais.

APROVADA EM 21/11/2013:

EXAMINADORES

Prof. Dr. Marcos Eric Barbosa Brito
Orientador
UAGRA/CCTA/UFCG

Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes
UAEA/CTRN/UFCG

Pesquisador A, Dr. Walter dos Santos Soares Filho
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA

Aos meus queridos pais, Edilson Barbosa de Almeida e Deniza Almeida Barbosa, razão da minha existência, pelo apoio constante em todos os momentos da minha vida.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, meu tudo, minha fortaleza. Obrigada Senhor, por todas as bênçãos derramadas em minha vida.

À Nossa Senhora, pelo amparo e proteção.

Aos meus pais, Edilson e Deniza, por sempre acreditarem em mim, pelo incentivo e apoio incondicional em todos os momentos.

Às minhas irmãs, Adriana e Jeanne, pela amizade, carinho e incentivo.

Em especial, agradeço à Fabiana, minha “irmã”, pela presença constante em minha vida, por sempre cuidar de mim, pelo seu amor e todo apoio para comigo.

A Paulo, pessoa especial em minha vida, pela compreensão, apoio, companheirismo, amizade, paciência e amor.

Ao meu orientador, Professor Marcos Eric Barbosa Brito, pela paciência, orientações, ensinamentos, incentivo, amizade e dedicação.

A todos os professores do PPGSA pela competência e compartilhamento de conhecimentos.

Ao Programa de Pós-graduação em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande pela oportunidade de realização deste curso.

À Embrapa Mandioca e Fruticultura por fornecer as sementes dos genótipos de citros utilizadas neste trabalho.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro para a realização dessa pesquisa.

A Arthur Ramon, Francisco Vanies, Ivando, Jerffeson, Joseano, Lizaiane, Luderlânio, Rodrigo e Rômulo, pela ajuda essencial ao desenvolvimento do experimento.

Ao professor, Pedro Dantas Fernandes e a Walter dos Santos Soares Filho, pela disposição em contribuir com essa pesquisa como examinadores.

Aos meus amigos e colegas de trabalho, André, Climene, Daniel, Emanuel, Everton, Fabíola, Francisco, Jeanne, Luís, Sabrina, Thiago e Wélida, pela amizade, palavras de incentivos, momentos de distração e contribuições.

À Joyce, por me acolher em sua casa nos momentos de estudo, pelos conselhos, apoio, pela sua amizade sempre.

Ao Professor, Kilson Pinheiro Lopes, pelo incentivo e compreensão.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram para a concretização deste trabalho.

A todos o meu sincero agradecimento!

A sabedoria deste mundo é loucura diante de Deus.

1 Coríntios 3:19

BARBOSA, R. C. A. **Tolerância à salinidade de genótipos de citros recomendados como porta-enxertos**. 2013. 80 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2013.

RESUMO

A citricultura é uma atividade importante para a região Nordeste do Brasil devido à geração de emprego e renda, porém, nessa região, a produtividade das árvores cítricas é reduzida em consequência da irregularidade das chuvas e ocorrência de estiagens e secas, havendo, nessas condições, a necessidade de irrigação. Como em vários locais as águas são salinas, com concentrações variadas de sais, são relevantes as pesquisas visando à sua utilização onde se fazem escassos os recursos hídricos de melhor qualidade. Assim, objetivou-se estudar o crescimento e a fisiologia de genótipos de citros, recomendados como porta-enxertos, sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, visando à identificação de genótipos tolerantes e sensíveis ao estresse salino. O experimento foi conduzido em ambiente protegido de adversidades climáticas, no Campus da UFCG, em Pombal- PB, utilizando-se do delineamento experimental em blocos casualizados, com três repetições, composto por esquema fatorial, 8 x 5, sendo 8 genótipos de citros [limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ (LCRSTC), tangerineira ‘Sunki Comum’ (TSKC) x citrumelo ‘Swingle’ (CTSW) - 028, TSKC x CTSW - 033, TSKC x CTSW - 041, limoeiro ‘Volkameriano’ (LVK) x limoeiro ‘Cravo’ (LCR) - 038, tangerineira ‘Sunki da Flórida’ (TSKFL), TSKC e limoeiro ‘Rugoso da Flórida’ (LRF)] e 5 níveis de salinidade da água de irrigação (irrigação com águas de condutividade elétrica de 0,8; 1,6; 2,4; 3,2 e 4,0 dS m⁻¹), até 120 dias após semeadura. Foram avaliadas variáveis de crescimento e fisiológicas, sendo os dados submetidos à análise de variância, nos casos de significância, foi realizada análise de regressão para o fator salinidade da água de irrigação e o teste de médias (Tukey) entre salinidades em cada época de avaliação nas trocas gasosas. Verificou-se que a concentração de sais na água de drenagem foi o dobro da concentração da água salina aplicada. As taxas de crescimento relativo são mais afetadas pela salinidade do que as variáveis em si (altura de planta, diâmetro do colo e número de folhas). A salinidade reduziu o crescimento da maioria dos genótipos de citros, podendo-se utilizar água de até 2,4 dS m⁻¹ para irrigá-los e garantir um crescimento satisfatório; o maior crescimento foi observado no genótipo TSKFL; com relação às trocas gasosas, a variável mais afetada pela salinidade foi a condutância estomática; quando se produz porta-enxertos em tubetes de 115 mL, o período ideal para avaliação de trocas gasosas é aos 75 dias após semeadura. A salinidade não exerceu efeito significativo sobre os parâmetros da fluorescência da clorofila *a* em nenhum dos períodos avaliados. Relacionando-se às variáveis de crescimento o genótipo menos sensível à salinidade foi o híbrido TSKC x CTSW - 041 e o mais sensível foi o LRF.

Palavras-chave: *Citrus* spp. Híbridos. Irrigação. Estresse salino.

BARBOSA, R. C. A. **Salinity tolerance of citrus genotypes as rootstocks recommended.** 2013 80 f. Dissertation (Master in Agribusiness Systems) - Federal University of Campina Grande, Pombal, 2013.

ABSTRACT

The citrus industry is an important activity for the Northeast region of Brazil due to the generation of employment and income, however, in this region, the productivity of citrus trees is reduced as a result of erratic rainfall and occurrence of droughts and dry, and there, under these conditions the need for irrigation. As in many places the water is saline, with varying concentrations of salts, are relevant studies aiming at the use where water resources are scarce best quality. Thus, the objective was to study the growth and physiology of citrus genotypes, as recommended rootstocks under different levels of salinity of irrigation water, in order to identify tolerant and susceptible genotypes to salt stress. The experiment was conducted in greenhouse climate adversities, Campus UFCG in Pombal -PB, using the randomized complete block design with three replications, consisting of factorial, 8×5 , 8 genotypes of citrus [Rangpur lime Santa Cruz' (LCRSTC), tangerine' Sunki Common' (TSKC) x Swingle Swingle' (CTSW) - 028 x TSKC CTSW - 033 x TSKC CTSW - 041, 'Volkamer' lemon (LVK) x lemon Rangpur (LCR) - 038, tangerine' Sunki Florida' (TSKFL), and TSKC 'Rugoso Florida' (LRF)] and 5 salinity levels of irrigation water (irrigation water with electrical conductivity of 0, 8, 1.6, 2.4, 3.2 and 4.0 dS m⁻¹), up to 120 days after sowing. Growth and physiological variables were assessed, data were submitted to analysis of variance in cases of significance, and regression analysis was conducted for the factor salinity of irrigation water and the means (Tukey) between salinities at each assessment time in gas exchange. It was found that the concentration of salts in the water drainage was twice the concentration of salt water applied. The relative growth rates are more affected by salinity than the variable itself (plant height, stem diameter and number of leaves). The salinity reduced the growth of most citrus genotypes, water may be used up to 2.4 dS m⁻¹ to irrigate them and a satisfactory growth, the highest growth was observed in TSKFL genotype, with respect to gas exchange, the variable most affected by salinity is stomatal conductance, when producing rootstocks in tubes of 115ml, ideal for evaluation of gas exchange period is 75 days after sowing. Salinity did not have significant effect on the parameters of chlorophyll a fluorescence in both seasons. Relating to the growth variables genotype less sensitive to salinity was the hybrid TSKC x CTSW - 041 and the most sensitive was the LRF.

Keywords: *Citrus* spp. Hybrids. Irrigation. Salt stress.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Variação da temperatura ao longo do experimento. Pombal-PB, 2013.....	30
Figura 2 - Variação da umidade relativa ao longo do experimento. Pombal-PB, 2013.....	31
Figura 3 - Estimativa da condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{es}) ao longo do período experimental, para os níveis de salinidade na água de irrigação de 0,8, 1,6, 2,4, 3,2 e 4,0 $dS\ m^{-1}$. Pombal-PB, 2013.....	32
Figura 4 - Condutividade elétrica da água de drenagem em função da condutividade elétrica da água de irrigação, aos 120 dias após a semeadura, com a média dos genótipos de citros estudados. Pombal- PB, 2013.....	34
Figura 5 - Altura de plantas em função da salinidade da água de irrigação, aos 120 dias após a semeadura, relativa aos diferentes genótipos de citros estudados. Pombal-PB, 2013.....	37
Figura 6 - Taxa de crescimento relativo em altura de plantas (TCRALT) em função da salinidade da água de irrigação, entre os 60 e 120 dias após a semeadura, relativa aos diferentes genótipos de citros estudados. Pombal-PB, 2013.....	40
Figura 7 - Diâmetro do caule em função da salinidade da água de irrigação, aos 120 dias após a semeadura, relativo aos diferentes genótipos de citros estudados. Pombal-PB, 2013.....	41
Figura 8 - Taxa de crescimento relativo em diâmetro do caule (TCRDC) em função da salinidade da água de irrigação, entre os 60 e 120 dias após a semeadura, relativa aos diferentes genótipos de citros estudados. Pombal-PB, 2013.....	43
Figura 9 - Número de folhas em função da salinidade da água de irrigação, aos 120 dias após a semeadura, relativo aos diferentes genótipos de citros estudados. Pombal-PB, 2013.....	45
Figura 10 - Taxa de crescimento relativo em número de folhas (TCRNF) em função da salinidade da água de irrigação, entre os 60 e 120 dias após a semeadura, relativa aos diferentes genótipos de citros estudados. Pombal-PB, 2013.....	47
Figura 11 - Concentração interna de CO_2 (C_i), condutância estomática (g_s), transpiração (E), fotossíntese (A), eficiência intrínseca no uso da água ($EIUA$) e eficiência instantânea da carboxilação (EIC_i), aos 61, 75, 90 e 120 dias após a semeadura, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação com as médias dos genótipos de citros. Pombal-PB, 2013.....	50
Figura 12 - Concentração interna de CO_2 em função da salinidade da água de irrigação, aos 75	

dias após a semeadura, relativa aos diferentes genótipos de citros estudados. Pombal-PB, 2013.....	51
Figura 13 - Condutância estomática em função da salinidade da água de irrigação, aos 75 dias após a semeadura, relativa aos diferentes genótipos de citros estudados. Pombal-PB, 2013.....	53
Figura 14 - Transpiração em função da salinidade da água de irrigação, aos 75 dias após a semeadura, relativa aos diferentes genótipos de citros estudados. Pombal-PB, 2013.....	55
Figura 15 - Fotossíntese em função da salinidade da água de irrigação, aos 75 dias após a semeadura, relativa aos diferentes genótipos de citros estudados. Pombal-PB, 2013.....	56
Figura 16 - Eficiência intrínseca no uso da água em função da salinidade da água de irrigação, aos 75 dias após a semeadura, relativa aos diferentes genótipos de citros estudados. Pombal-PB, 2013.....	58
Figura 17 - Eficiência instantânea da carboxilação em função da salinidade da água de irrigação, aos 75 dias após a semeadura, relativa aos diferentes genótipos de citros estudados. Pombal-PB, 2013.....	60
Figura 18 - Fluorescência inicial (F_0) em função da salinidade da água de irrigação, aos 120 dias após a semeadura, relativa aos diferentes genótipos de citros estudados. Pombal-PB, 2013.....	63
Figura 19 - Fluorescência máxima (F_m) em função da salinidade da água de irrigação, aos 120 dias após a semeadura, relativa aos diferentes genótipos de citros estudados. Pombal-PB, 2013.....	65
Figura 20 - Fluorescência variável (F_v) em função da salinidade da água de irrigação, aos 120 dias após a semeadura, relativa aos diferentes genótipos de citros estudados. Pombal-PB, 2013.....	67
Figura 21 - Eficiência quântica fotoquímica máxima do Fotossistema II (F_v/F_m) em função da salinidade da água de irrigação, aos 120 dias após a semeadura, relativa aos diferentes genótipos de citros estudados. Pombal-PB, 2013.....	69

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Resumo da análise de variância para a altura de planta (ALT), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF), aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura (DAS), e da taxa de crescimento relativo, entre os 60 e 120 DAS, em altura de planta (TCRALT), diâmetro do caule (TCRDC) e número de folhas (TCRNF) de genótipos de citros em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. Pombal-PB, 2013.....35
- Tabela 2 - Resumo da análise de variância para a concentração interna de CO₂ (C_i), condutância estomática (g_s), transpiração (E), fotossíntese (A), eficiência intrínseca no uso da água ($EIUA$) e eficiência instantânea da carboxilação (EIC_i), aos 61, 75, 90 e 120 dias após a semeadura (DAS), de genótipos de citros em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. Pombal-PB, 2013.....48
- Tabela 3 - Resumo da análise de variância para a fluorescência inicial (F_0), fluorescência máxima (F_m), fluorescência variável (F_v) e eficiência quântica fotoquímica máxima do Fotossistema II (F_v/F_m), aos 75, 90 e 120 dias após a semeadura (DAS) de genótipos de citros em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. Pombal-PB, 2013. 62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação dos genótipos (variedades e híbridos) de citros, selecionados pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura (PMG Citros), submetidos ao estresse salino. Pombal-PB, 2013.....	25
Quadro 2 - Atributos químicos do substrato utilizado no experimento. Pombal-PB, 2013.....	26

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE QUADROS	xi
1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1 O SEMIÁRIDO	17
3.2 QUALIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO	18
3.3 CARACTERIZAÇÃO DOS CITROS.....	19
3.4 SALINIDADE EM PLANTAS CÍTRICAS	21
4 METODOLOGIA	24
4.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	24
4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS	24
4.3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	25
4.4 MONITORAMENTO CLIMÁTICO E BALANÇO DE ÁGUA E SAIS NO SUBSTRATO	27
4.5 AVALIAÇÕES REALIZADAS	28
4.5.1 Crescimento dos genótipos	28
4.5.2 Trocas gasosas	28
4.5.3 Fluorescência da clorofila <i>a</i>	29
4.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	29
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5.1 MONITORAMENTO CLIMÁTICO E BALANÇO DE ÁGUA E SAIS NO SUBSTRATO	30
5.2 CRESCIMENTO DOS PORTA-ENXERTOS.....	34
5.3 TROCAS GASOSAS.....	47
5.4 FLUORESCÊNCIA DA CLOROFILA <i>a</i>	61
6 CONCLUSÕES	71

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 72

1 INTRODUÇÃO

Os citros pertencem à família Rutáceas, tendo como principais gêneros *Citrus* (L.), *Poncirus* (Raf.) e *Fortunella* (Swing.). No Brasil, as espécies cultivadas em plantios comerciais, como variedades copa, estão distribuídas, basicamente, em seis grupos, sendo: laranjeiras doces [*C. sinensis* (L.) Osbeck], tangerineiras (diversas espécies), limoeiros verdadeiros [*C. limon* (L.) Burm. f.], limeiras ácidas e doces (diversas espécies), pomeleiros (*C. paradisi* Macfad.) e outros de menor importância, a exemplo das cidreiras (*C. medica* L.), correspondendo a mais de 300 milhões de plantas (PIO et al., 2005; IBGE, 2012).

O Brasil é o maior produtor mundial de citros e o maior exportador de suco concentrado e congelado de laranja, tendo como principais regiões produtoras de frutas cítricas o Sudeste e o Nordeste. No ano de 2011, o valor da produção nacional (laranjas, limões e tangerinas) foi de 7,6 bilhões de reais (ALMEIDA; PASSOS, 2011; IBGE 2012).

Na região Nordeste, a citricultura possui grande relevância socioeconômica pela geração de emprego e renda, especialmente nos estados da Bahia, Sergipe e Paraíba, contudo, a produção é reduzida, principalmente, pelo déficit hídrico que ocorre nos meses mais quentes do ano, havendo necessidade de irrigação para se obter um aumento na produção (FERNANDES et al., 2011; SILVA et al., 2012). Entretanto, verificam-se, nessa região, em vários locais, concentrações relativamente elevadas de sais na água de poços, açudes e rios (AUDRY; SUASSUNA, 1995), o que pode influenciar o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das plantas cítricas, as quais apresentam moderada sensibilidade à salinidade (LEVY; SYVERTSEN, 2004).

Em condições salinas, o crescimento, o desenvolvimento e a produção de plantas cítricas podem ser reduzidos, o que pode ser atribuído ao efeito de íons tóxicos, principalmente cloro, sódio e boro, e ao estresse osmótico (LEVY; SYVERTSEN, 2004; DIAS; BLANCO, 2010). Dessa forma, o uso de porta-enxertos tolerantes à salinidade pode viabilizar a utilização de água de baixa qualidade e de solos salinos (FERNANDES et al., 2011).

Dias e Blanco (2010) relatam que a tolerância à salinidade compreende sucessivas reações bioquímicas, reguladas por genes específicos, sendo que, de acordo com Flowers (2004), Flowers e Flowers (2005), Brito et al. (2008) e Fernandes et al. (2011) a resposta é variável entre espécies e, em uma mesma espécie, nos diferentes estádios de desenvolvimento. Os porta-enxertos cítricos diferem, ainda, na sua capacidade de absorver os íons tóxicos, Cl⁻, Na⁺ e B, e de translocar esses íons para a copa (BAÑULS et al., 1990; BAÑULS; PRIMO-

MILO, 1992). Considera-se, também, que a tolerância da cultura à salinidade está, geralmente, associada mais com o acúmulo de íons no vacúolo do que com a exclusão de íons tóxicos (AL-YASSIN, 2005).

Estudos utilizando diferentes concentrações de sais na água de irrigação, durante a fase de desenvolvimento de porta-enxertos, têm sido realizados no intuito de identificar genótipos capazes de tolerar condições salinas, a exemplo de Fernandes et al. (2011), que estudaram a sensibilidade de diferentes variedades e híbridos, apontando, dentre os genótipos avaliados, o limoeiro ‘Volkameriano’ (*C. volkameriana* V. Ten. & Pasq.) como o menos sensível ao estresse salino. Já Brito et al. (2008), avaliando a sensibilidade à salinidade de quatro híbridos de citrange [*C. sinensis* x *P. trifoliata* (L.) Raf.], tangerineira ‘Sunki Tropical’ [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] e do limoeiro ‘Cravo’ (*C. limonia* Osbeck), submetidos à irrigação com águas salinas (CE_a de 0,41; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 dS m^{-1}), durante a fase de formação de porta-enxertos, indicaram o limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, para a formação de mudas de porta-enxertos de citros sob salinidade. Todavia esses resultados são incipientes, sendo necessário identificar mais porta-enxertos que possam contribuir com o sistema de produção de plantas cítricas.

Em conformidade a essas informações, Oliveira et al. (2008) destacam que o limoeiro ‘Cravo’ é o porta-enxerto mais utilizado no país, sobretudo nas Regiões Nordeste e Sudeste, especialmente por ser tolerante à seca, compatível com diversas cultivares, além de conferir maior produtividade e longevidade às copas, porém o mesmo é sensível a algumas doenças, como o ‘declínio’ e a ‘morte-súbita-dos-citros’. Assim, surge a necessidade da diversificação no uso de porta-enxertos no Brasil (DONATO et al., 2007) no intuito de implantar materiais que sejam tolerantes tanto a doenças como também a condições de estresses abióticos, a exemplo do salino.

Para tanto, a Embrapa Mandioca e Fruticultura, em seu Programa de Melhoramento Genético de Citros (PMG Citros), tem desenvolvido novos materiais que podem aumentar o rol de porta-enxertos com características desejáveis, relativamente, à adaptação ao convívio com estresses de natureza biótica (relacionados a pragas) e abióticos (relacionados ao clima e ao solo), além boa produtividade, sendo assim, embora alguns trabalhos já tenham sido desenvolvidos (BRITO et al., 2008; FERNANDES et al., 2011), é necessário identificar e selecionar novos materiais tolerantes à salinidade.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Estudar o crescimento e a fisiologia de genótipos de citros, recomendados como porta-enxertos, sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, em ambiente protegido.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar os efeitos da salinidade no crescimento dos genótipos de citros, recomendados como porta-enxertos;
- Estudar as alterações nas trocas gasosas e na eficiência quântica do Fotossistema II nos genótipos de citros, recomendados como porta-enxertos, irrigados com água salina;
- Verificar, dentre as variáveis fisiológicas e de crescimento, a mais prejudicada pela irrigação com água salina;
- Determinar o genótipo mais tolerante e sensível à salinidade da água, com base no crescimento relativo;
- Definir o nível de salinidade da água de irrigação que começa a inibir o crescimento e os aspectos fisiológicos dos genótipos de citros, recomendados como porta-enxertos.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 O SEMIÁRIDO

De acordo com o Ministério da Integração Social, o semiárido do Brasil abrange uma área de 982.563,3 km², compreende 1.133 municípios dos estados Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais (BRASIL, 2005).

Essa região caracteriza-se por apresentar precipitações médias anuais iguais ou inferiores a 800 mm, com temperaturas médias anuais entre 23 e 27 °C, regime pluviométrico irregular (espacial e temporal), subsolo formado, em cerca de 70%, por rochas cristalinas, rasas, o que dificulta a formação de mananciais perenes e a potabilidade da água, que normalmente é salobra (MALVEZZI, 2007).

De acordo com Rebouças e Marinho (1972), a disponibilidade hídrica anual no Nordeste é de 700 bilhões de m³, deste total, apenas 3% se mantêm acessíveis, o restante é perdido por evaporação que, em média, atinge 2000 mm anuais, e pelo escoamento superficial.

Em regiões semiáridas, em geral é o baixo nível de sustentabilidade hídrica, ou seja, a quantidade de água disponível para ser utilizada é baixa, e um dos principais fatores para que essa situação ocorra é a alta taxa de evaporação, que ocorre em função da enorme incidência de energia solar e altas temperaturas (BRASIL, 2005; MARENGO, 2008). Essa situação gera elevados déficits hídricos e limita os cultivos agrícolas de sequeiro. Além disso, este déficit favorece a concentração de solutos nas fontes hídricas superficiais, degradando a qualidade das águas por meio da eutrofização e salinização (MONTENEGRO; MONTENEGRO, 2012).

Devido às condições climáticas do semiárido brasileiro, predominam rios temporários ou permanentes com regime muito irregular. Dessa forma, o acúmulo de água no semiárido ocorre, principalmente, de duas formas, em reservatório de portes médio e grande, presentes em vários estados, porém em pequeno número, e em reservatórios menores, chamados de barreiros, amplamente presentes na região, que não resistem aos efeitos da estiagem prolongada (CIRILO et al., 2007; CIRILO, 2008). Além dessas formas, as cisternas e os poços são outras formas comuns de captação e armazenamento de água.

Na região, constata-se concentrações relativamente altas de sais na água de poços, açudes e rios. Com relação aos poços, predominam águas apresentando problemas de salinidade e sodicidade, em função do material de origem; nos açudes há riscos de incremento de sais quando não ocorre circulação hídrica e a renovação de suas águas; nos rios, o aumento

na concentração de sais vai depender do grau de acúmulo de sais provenientes do solo da bacia hidrográfica, bem como da deposição de resíduos sólidos resultantes de atividades urbanas, agrícolas e industriais (AUDRY; SUASSUNA, 1995; MEDEIROS et al., 2003; ALMEIDA, 2010).

Além de salinidade, as águas dos mananciais são degradadas pelo lançamento de efluentes líquidos não tratados e de resíduos sólidos resultantes de atividades urbanas agrícolas e industriais, problema esse agravado pela ocupação inadequada do espaço físico, baixa eficiência dos serviços de saneamento básico e pelo crescimento rápido da população (REBOUÇAS, 1997; LEITÃO; MONTENEGRO; ALMEIDA, 2007).

Conforme alguns autores (REBOUÇAS, 1997; CAMPELLO NETTO; COSTA; CABRAL, 2007), o problema da escassez hídrica no semiárido está mais relacionado com a falta de mecanismos que permitam a convivência com essa situação do que com a disponibilidade hídrica. Assim, há necessidade de utilização de tecnologias que favoreçam a captação, o armazenamento e o uso de água com qualidade inferior, como também, o gerenciamento adequado dos recursos hídricos, favorecendo o desenvolvimento da região.

3.2 QUALIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

A água ocupa cerca de 75% da superfície da Terra e é o constituinte inorgânico mais abundante na matéria viva, integrando, aproximadamente, dois terços do corpo humano e até 98% de certos vegetais (LIBÂNIO, 2010). Segundo Holanda et al. (2010), a água é um fator vital na produção das plantas, participando de todos os fenômenos físicos, químicos e biológicos essenciais ao seu desenvolvimento.

A água pode ser usada de forma consuntiva, quando há perdas, derivação ou consumo, e não consuntiva, quando não há consumo, derivação ou desperdício de água. Entre os usos consuntivos estão a irrigação, o abastecimento humano e industrial. Já os usos não consuntivos envolvem atividades de lazer, pesca, navegação fluvial, geração de energia elétrica, entre outros (CAMPOS, 2003). Portanto, a água é utilizada para diferentes fins, sendo que são requeridas características diferentes para cada uso. Para o consumo humano, por exemplo, os padrões são definidos pela portaria Nº 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011). De acordo com Almeida (2010), os parâmetros a serem considerados na avaliação da água de irrigação precisam contemplar o conjunto de características físicas, químicas e biológicas, que para Moura et al. (2011), devem se apresentar de forma a não comprometer a qualidade do alimento e a operacionalidade do sistema.

O contínuo aumento demográfico demanda um incremento na produção de alimentos, notadamente por meio da agricultura irrigada, tornando esta prática essencial para garantir a produção agrícola, sobretudo em regiões tropicais de clima quente, como é o caso do semiárido nordestino, onde ocorre déficit hídrico para as plantas, ocasionado pela alta taxa de evaporação da região (ALMEIDA, 2010; HOLANDA et al., 2010).

A produtividade em uma terra irrigada é cerca de três vezes maior do que a de sequeiro (FAO, 2006), entretanto, a irrigação deve ser manejada corretamente, pois, mesmo utilizando-se de água com quantidade relativamente pequena de sais, pode haver acúmulo no solo, causando problemas de salinização (AYERS; WESTCOT, 1999). O manejo racional da irrigação inclui não só a economia de água, mas também aspectos qualitativos, sendo esse um dos fatores limitantes para a expansão da agricultura em regiões áridas e semiáridas do mundo (HOLANDA et al., 2010; MEDEIROS; NASCIMENTO; GHEYI, 2010). Nessas áreas, muitos solos e águas contêm concentrações elevadas de sais solúveis, principalmente, cloretos e sulfatos (ANJUM, 2008), o que pode restringir o desenvolvimento de certas culturas.

Para Richards (1954), as características mais importantes para a determinação da qualidade da água de irrigação são: concentração total de sais solúveis, proporção de sódio em relação a outros cátions, concentração de boro e outros íons tóxicos e, em certas condições, a concentração de bicarbonatos em relação a cálcio e magnésio. Ayers e Westcot (1999) relatam que os sais presentes no solo e na água reduzem a disponibilidade da água para as plantas, a tal ponto que afetam os rendimentos das culturas, salientando que nem todas as espécies vegetais respondem igualmente à salinidade; essa diferença deve-se à melhor capacidade de adaptação osmótica que algumas culturas têm em absorver maior quantidade de água, mesmo em condições de salinidade.

Apesar das águas salinas serem consideradas inadequadas para a irrigação, a utilização de espécies tolerantes, associadas a tratos culturais que minimizem o acúmulo de sais no solo, pode viabilizar o uso das mesmas, sendo o grande desafio mundial aumentar os níveis de produtividade agrícola, ou seja, produzir mais alimentos e de melhor qualidade, utilizando menos água e aproveitando as de qualidade inferior, atualmente disponíveis, assegurando, assim, a sustentabilidade ambiental (STEPPUHN, 2001; FAO, 2006; MEDEIROS; NASCIMENTO; GHEYI, 2010).

3.3 CARACTERIZAÇÃO DOS CITROS

As espécies citrícolas são originárias das áreas subtropicais e tropicais da Ásia,

pertencem a família das Rutáceas, subfamília Aurantioidea. São árvores ou arbustos geralmente espinhosos, com raiz pivotante, folhas persistentes, simples, espessas, de aparência coriácea. As flores são axilares, solitárias, em cachos ou em pequenas cimeiras terminais, o fruto cítrico é denominado hesperídio, diferenciando-se na cor, formato e tamanho, de acordo com a espécie e variedade, e as sementes têm textura grossa, rígida e lenhosa (QUEIROZ-VOLTAN e BLUMER, 2005; MEDINA et al., 2008).

As frutas cítricas representam uma fonte relevante de pectina, vitamina C, flavonoides, entre outros compostos de ação antioxidante, que são importante para a nutrição humana, como relatam Jayaprakasha e Patil (2007), Klimczak et al. (2007) e Deena Ramful et al. (2011).

Em pomares comerciais, as plantas cítricas são compostas pela combinação de dois materiais vegetais, com características genéticas diferentes, o porta-enxerto, que desenvolve o sistema radicular, responsável pela absorção de água, nutrientes e sais do solo, e a copa, que constitui os galhos e folhas, responsáveis pela transpiração da água, fixação de CO₂, formação de flores, e frutos. Após a enxertia, a combinação passa a viver um relacionamento mutuamente benéfico, podendo o porta-enxerto conferir à variedade copa maior produtividade e longevidade, contudo, os interesses e necessidades da copa e do porta-enxerto nem sempre são comuns, ou seja, pode ocorrer incompatibilidade (LEVY; SYVERTSEN, 2004; POMPEU JUNIOR, 2005).

Com uma área plantada de 919.516 hectares, o Brasil é destaque na produção mundial de laranja, sendo a maior parte da safra destinada à industrialização de suco, representando 50% da produção em todo mundo, do qual também é o maior produtor. Do suco industrializado, 98% são destinados à exportação, conseguindo captar 85% do mercado mundial (NEVES et al., 2010; IBGE, 2012). Segundo Borges e Costa (2006), a citricultura é uma atividade importante para o Brasil, a qual gera renda e empregos diretos e indiretos, e, sobretudo, divisas provenientes da exportação de seus produtos, em especial do suco de laranja concentrado e congelado.

Conforme dados do IBGE (2012), a produção de citros (laranjas, tangerinas e limões) em 2011, no Brasil, foi de 21.942.527 toneladas, observando-se na região Sudeste, uma produção de 17.774.396 toneladas. No Nordeste, a produção foi de 2.073.632 toneladas, sendo Bahia e Sergipe os maiores produtores. Na Paraíba, a produção chegou a 24.697 toneladas, com destaque para a produção de tangerina, 15.670 toneladas, que é a maior da região Nordeste.

A disseminação da citricultura no Brasil é favorecida por diversas características,

destacando-se a capacidade dos citros de adaptarem-se aos mais diversos tipos de solo, ampla faixa de radiação solar e temperatura, sendo requerido de 12 a 39 °C para se obter desenvolvimento vegetativo favorável. Além desses, outros elementos ecológicos influenciam o desenvolvimento dessas espécies, como: umidade do ar, velocidade do vento e disponibilidade hídrica (SENTELHAS, 2005; MEDINA et al., 2008).

Segundo Mattos Junior et al. (2005), a produtividade das plantas é determinada por muitos fatores, entre os quais se destacam, o suprimento adequado de nutrientes e de água. Nos citros, em plantas adultas, a absorção de nutrientes ocorre, principalmente, durante o florescimento, quando se formam as folhas e ramos novos (MEDINA et al., 2008), sendo a concentração diferenciada entre as diversas partes da planta e idade dos tecidos (MATTOS JUNIOR et al., 2005). Tecchio et al. (2006) e Resende et al. (2010), trabalhando com o acúmulo de nutrientes em plantas cítricas, relataram que a concentração nas partes da planta obedece à seguinte ordem: macronutrientes – folha > caule > raiz e micronutrientes – raiz > folha > caule.

Outro fator fundamental para o desenvolvimento da citricultura é a muda, pois constitui a base da formação dos pomares e terão reflexo durante toda a sua vida útil (REZENDE, et al., 2010). Conforme Carvalho, Graf e Violante et al. (2005), a qualidade genética e sanitária da muda é importante para o início de um empreendimento de sucesso. Devido a essa importância, alguns estados do Brasil instituíram programas de certificação de mudas cítricas, como é o caso de São Paulo, Rio Grande do Sul, Goiás, Sergipe, entre outros; destacam-se entre as principais exigências, dos programas de certificação, a obrigatoriedade da produção de mudas em ambiente protegido e a utilização de água e substratos isentos de patógenos prejudiciais aos citros (GRAZIANO, 1998; CARVALHO; GRAF; VIOLANTE, 2005; RESENDE et al., 2010).

3.4 SALINIDADE EM PLANTAS CÍTRICAS

Os citros são moderadamente sensíveis à salinidade, no entanto, existem divergências quanto à salinidade limiar. Mass (1993), por exemplo, descreve uma salinidade limiar de 1,4 dS m⁻¹, enquanto que Singh, Saini e Behl (2003) relatam a condutividade 2,0 dS m⁻¹ como limiar. De acordo com Levy e Syvertsen (2004), o nível crítico de salinidade para danos, na cultura, varia de acordo com a capacidade de tamponamento do solo (tipo de solo, matéria orgânica), das condições climáticas e da umidade do solo.

O efeito da salinidade em plantas de citros pode estar relacionado ao estresse

osmótico, quando a concentração de sais no solo reduz o potencial osmótico, limitando a disponibilidade de água para as plantas, levando-as a condições de estresse hídrico; à ação tóxica de íons específicos, principalmente cloro, sódio e boro, sobre processos fisiológicos importantes da planta; ainda têm-se também efeitos indiretos, que ocorrem devido à presença de altas concentrações de sódio e outros cátions, interferindo nas condições físicas do solo ou na disponibilidade de alguns elementos, ocasionando o efeito nutricional e comprometendo o crescimento e desenvolvimento das plantas (RICHARDS, 1954; LEVY; SYVERTSEN, 2004; DIAS; BLANCO, 2010).

Anjum (2008), estudando o efeito de diferentes concentrações de NaCl (0, 40 e 80 mM) na água de irrigação sobre mudas com seis meses de idade de dois porta-enxertos, tangerineira ‘Cleópatra’ (*C. reshni* hort. ex Tanaka) e citrange ‘Troyer’ (*P. trifoliata* x *C. sinensis*), constatou que com o aumento do nível de salinidade na água de irrigação, houve uma redução no crescimento das plantas, no conteúdo relativo de clorofila, fotossíntese líquida e da taxa de respiração nas folhas, sendo esses efeitos mais acentuados no citrange ‘Troyer’ do que na tangerineira ‘Cleópatra’. Hussain et al. (2012) verificaram resultados semelhantes ao analisar o efeito da salinidade sobre 12 genótipos de citros de diferentes gêneros, concluindo que a tangerineira ‘Cleopátra’, o toranjeira ‘Engedi’ [*C. maxima* (Burm.) Merr.] e laranjeira ‘Azeda Australiana’ [*C. aurantium* (L.)] foram as espécies mais tolerantes.

Cultivando plantas com sete anos de idade de tangerineira ‘Clemenules’ (*C. Clementina* hort. ex. Tanaka) sobre dois porta-enxertos, a tangerineira ‘Cleópatra’ e o citrange ‘Carrizo’ (*C. sinensis* x *P. trifoliata*), utilizando-se de água de irrigação com NaCl nas concentrações de 3, 15 e 30 mM, por três anos, Garcia-Sánchez et al. (2006) observaram efeito da salinidade, em ambas combinações na redução da produtividade. Os autores verificaram, ainda, que em condições salinas as árvores começaram a produzir mais tarde, e que as concentrações nas folhas de íons tóxicos (Cl^- e Na^+) aumentaram e as de N, P, K foram reduzidas. Entretanto, do ponto de vista agrônomo, o citrange ‘Carrizo’ pode ser um bom porta-enxerto para a tangerineira ‘Clemenules,’ por apresentar, nas condições do experimento, uma maior eficiência de produção. Além da redução da produtividade, danos foliares e a diminuição do crescimento de citros, também são consequência de estresse salino (AL-YASSIN, 2005).

Como o problema da salinidade tende a aumentar, um objetivo importante para programas de melhoramento de citros é produzir novos porta-enxertos tolerantes à salinidade (ANJUM, 2008), já que o porta-enxerto influencia mais e 20 características hortícolas e patológicas da planta (copa/porta-enxerto), dentre estas, a salinidade (SOUZA et al., 2010).

Sykers (2011) avaliou a resposta à salinidade de 40 genótipos de porta-enxertos de citros em condições de casa de vegetação, e indicou que genótipos com parentais de *P. trifoliata* possuem um menor acúmulo de Cl^- e Na^+ nos tecidos caulinares, podendo ser empregados na criação de novos porta-enxertos tolerantes, ressaltando que esse gênero também é resistente a doenças.

Cruz et al. (2003), avaliando a influência da salinidade sobre alguns parâmetros fisiológicos do limoeiro ‘Cravo’, verificaram que o aumento dos níveis de salinidade causou uma diminuição na relação raiz-parte aérea das plantas, na condutância estomática, na transpiração e na temperatura foliar. Redução na relação raiz-parte aérea do limoeiro ‘Cravo’ também foi relatada por Brito et al. (2008), ao avaliarem o comportamento de híbridos de Citrange, da tangerina ‘Sunki Tropical’ e do limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ sob estresse salino durante a fase de formação de porta-enxerto.

Em condições de déficit hídrico severo, Donato et al. (2007) observaram que as variedades copa de citros enxertadas sobre limoeiro ‘Cravo’ possuem maior crescimento em comparação às enxertadas em citrumelo ‘Swingle’. Já Suassuna et al. (2012), estudando a produção de fitomassa em 10 genótipos de citros submetidos a estresse hídrico, na formação de porta-enxerto, mencionam o limoeiro ‘Cravo’ como moderadamente sensível ao estresse hídrico.

De acordo Ayers e Westcot (1999), as plantas extraem água do solo quando as forças de embebição dos tecidos das raízes são superiores às forças de retenção exercida pelo solo, porém, níveis elevados de sais no solo, devido ao efeito osmótico, aumentam as forças de retenção, diminuindo a disponibilidade de água para as plantas, ou seja, provocando o déficit hídrico.

Nesse sentido, o Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura tem desenvolvido diversos trabalhos visando à obtenção de novas variedades de porta-enxertos que se adaptem às condições tropicais, que geralmente apresentam déficit hídrico, solos e águas com concentrações elevadas de sais. Assim, em experimentos conduzidos por Peixoto et al. (2006), Brito et al. (2008), Fernandes et al. (2011), Nascimento et al. (2012a) e Silva et al. (2012), foi possível identificar, entre esses novos genótipos de porta-enxertos, os que têm potencial para a produção de mudas em tais condições, sendo necessário, contudo, ampliar o rol de genótipos identificando materiais tolerantes que possam ser usados em condições de campo.

4 METODOLOGIA

4.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi instalado em ambiente protegido de adversidades climáticas, do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar – CCTA, da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal-PB. As coordenadas geográficas locais são 6°48'16'' de latitude S e 37°49'15'' de longitude W, a uma altitude de 175 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima predominante na região é do tipo BSh, ou seja, semiárido quente, com precipitação anual de 750 mm.

4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados, com esquema fatorial (8 x 5), correspondendo a oito genótipos de porta-enxertos e cinco níveis de salinidade na água de irrigação, com três repetições, totalizando 120 parcelas, sendo a unidade experimental constituída por oito plantas úteis.

Foram testados cinco níveis de salinidade da água de irrigação: S₁, S₂, S₃, S₄ e S₅, correspondendo a águas com condutividade elétrica (CE_a) de 0,8, 1,6, 2,4, 3,2 e 4,0 dS m⁻¹, respectivamente, com base na salinidade limiar da laranjeira doce que, segundo Singh, Saini e Behl (2003), é de 2,0 dS m⁻¹.

As águas salinizadas foram preparadas de modo a se obter uma proporção equivalente de Na, Ca e Mg de 7:2:1, as quais foram preparadas a partir dos sais NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, respectivamente. Essa relação é encontrada, predominantemente, em fontes de água utilizadas para irrigação, em pequenas propriedades do Nordeste (AUDRY; SUASSUNA, 1995). Tais águas foram armazenadas em baldes de 50 L, mantidos fechados e aferidas a cada dois dias com condutivímetro portátil com condutividade corrigida, automaticamente, para 25 °C, sendo ajustadas quando necessário.

As sementes dos genótipos foram fornecidas pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura (PMG Citros), sendo utilizados oito genótipos de citros, relacionados no Quadro 1.

Quadro 1 - Relação dos genótipos (variedades e híbridos) de citros, selecionados pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura (PMG Citros), submetidos ao estresse salino. Pombal-PB, 2013.

Abreviaturas	Nomes
LCRSTC	Limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (<i>Citrus limonia</i> Osbeck)
TSKC x CTSW - 028	Tangerineira 'Sunki' {[<i>C. sunki</i> (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum} x Citrumelo 'Swingle' [<i>C. paradisi</i> Macfad. x <i>Poncirus trifoliata</i> (L.) Raf.] – 028
TSKC x CTSW - 033	Tangerineira 'Sunki' seleção comum x Citrumelo 'Swingle' - 033
TSKC x CTSW - 041	Tangerineira 'Sunki' seleção comum x Citrumelo 'Swingle' - 041
LVK x LCR - 038	Limoeiro 'Volkameriano' (<i>C. volkameriana</i> V. Ten. & Pasq.) x Limoeiro 'Cravo' – 038
TSKFL	Tangerineira 'Sunki' seleção 'da Flórida'
TSKC	Tangerineira 'Sunki' seleção comum
LRF	Limoeiro 'Rugoso' seleção 'da Flórida' (<i>C. jambhiri</i> Lush.)

4.3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido durante o período de 15 de fevereiro a 20 de junho de 2013, totalizando 120 dias.

A semeadura foi realizada em tubetes com capacidade de 115 mL, que foram preenchidos com substrato preparado a base de: 1 parte do horizonte A de um NEOSSOLO FLÚVICO, 1 parte do horizonte A de um LUVISSOLO e 2 partes de substratos comercial (composto de vermiculita, casca de pinus e húmus). Os atributos químicos do substrato utilizado encontram-se no Quadro 2, e foram determinados conforme metodologias recomendadas pela EMBRAPA (2009).

Quadro 2 - Atributos químicos do substrato utilizado no experimento. Pombal- PB, 2013.

Atributos	Valor
pH do extrato de saturação	6,42
Condutividade elétrica do extrato de saturação, dS m ⁻¹	0,62
Fósforo, mg dm ³	3
Potássio, Cmol _c dm ³	0,45
Sódio, Cmol _c dm ³	0,34
Cálcio, Cmol _c dm ³	9,20
Magnésio, Cmol _c dm ³	7,50
Alumínio, Cmol _c dm ³	0,00
H + Al, Cmol _c dm ³	1,16
Soma de bases trocáveis, Cmol _c dm ³	17,15
Capacidade de troca catiônica efetiva, Cmol _c dm ³	17,15
Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0, Cmol _c dm ³	18,64
Índice de saturação de bases, %	91,98
Índice de saturação de alumínio, %	0,00
Índice de saturação de sódio, %	1,82
Matéria orgânica	52

As sementes, devidamente selecionadas e tratadas com fungicida disulfato de thiram (4g kg⁻¹ de sementes), foram semeadas na razão de uma por tubete, permanecendo neles até os 120 dias após a semeadura (DAS), quando as plantas foram transplantadas para recipientes com capacidade de 3,6 L, finalizando esta fase experimental. Durante a fase de germinação das sementes, até 60 DAS, as irrigações foram realizadas com água de abastecimento, duas vezes ao dia com o auxílio de um regador.

Antes do início do tratamento com salinidade, realizou-se seleção das plântulas, sendo eliminadas as desuniformes, em relação ao padrão de cada genótipo, de modo a descartar eventuais indivíduos de origem sexuada, mantendo-se somente aqueles de origem apogâmica (nucleares), conforme metodologia descrita em Brito (2010).

A partir dos 60 DAS, iniciou-se aplicação do tratamento com salinidade, sendo o volume de irrigação diário definido pela coleta do volume drenado no nível S₁ (0,8 dS m⁻¹), adicionando-se uma fração de lixiviação de 20%, realizando-se duas irrigações diárias.

Assim, o volume de irrigação (V_i) por recipiente foi obtido pela diferença entre a média do volume aplicado (V_a) por recipiente e o volume drenado (V_d) dos recipientes, sendo o resultado dividido pelo número de recipientes (n) e a fração de lixiviação (FL), como demonstrado na Expressão 1:

$$V_i = \frac{V_a - V_d}{n(1 - FL)} \quad (1)$$

As adubações foram realizadas semanalmente, utilizando, de forma alternada, ureia + KCL e MAP + KCL, diluídos em cada solução salina, na proporção de 2 g/L de ureia ou MAP e 1 g/L de KCL, aplicando-se 10 mL por planta. Já as aplicações de micronutrientes foram feitas via foliar, por meio de pulverizações com concentração de 1%, em intervalos de 15 dias, seguindo recomendações de Quaggio, Mattos Junior e Cantarella (2005).

O controle de pragas foi feito de forma preventiva, semanalmente, por meio de pulverizações de inseticidas. Os produtos empregados foram o Trigard® (0,15 g/L) e o Vertimec® (3 ml/L), de acordo com recomendações para a cultura e aplicados alternadamente de modo a se evitar a proliferação de pragas e a sua resistência, notadamente no controle da cochonilha branca [*Planococcus citri* (Risso)] e da larva minadora (*Phyllocnistis citrella* Stainton), ambas controladas sem causarem maiores danos às plantas.

Também foram realizadas podas de ramos laterais, e escarificação do substrato, quando este se encontrava compactado.

4.4 MONITORAMENTO CLIMÁTICO E BALANÇO DE ÁGUA E SAIS NO SUBSTRATO

Foram obtidos dados de temperatura e umidade relativa (UR), diariamente, utilizando-se um termo-higrômetro, afixado no ambiente protegido, onde o experimento foi instalado. Esse equipamento consta de dois bulbos, um seco, que fornece os dados de temperatura, e outro úmido, que fornece dados da umidade, havendo necessidade de conversão para obtenção dos dados da umidade relativa. Tais dados foram coletados, diariamente, às 9h da manhã, por ser um padrão utilizado em estações meteorológicas manuais.

Para o monitoramento do conteúdo de água no substrato, observou-se, semanalmente, a diferença entre o volume aplicado e o volume drenado de água das plantas em cada nível de salinidade, coletada por meio de drenos afixados aos tubetes em cada salinidade; na água de drenagem procedeu-se ainda a mensuração da condutividade elétrica (CE_{ad}), utilizando-se de um condutivímetro portátil, com condutividade corrigida, automaticamente, para 25 °C.

Tais drenos consistiam em sacolas com capacidade de 100 L, sendo utilizadas duas sacolas para cada salinidade que convergiam para um coletor feito com duas garrafas PET, uma cortada o gargalo e outra a base, encaixadas uma na outra.

A partir dos dados da condutividade elétrica da água de drenagem, calculou-se a estimativa da condutividade elétrica do estrato de saturação (CE_{es}), pela expressão 2 (AYERS e WESTCOT, 1999):

$$CE_{es} = \frac{CE_{ad}}{2} \quad (2)$$

4.5 AVALIAÇÕES REALIZADAS

4.5.1 Crescimento dos genótipos

As análises de crescimento foram realizadas aos 60, 90 e 120 DAS. Em cada ocasião, foram mensurados a altura da planta (cm), medindo-se a distância entre o colo e o ápice caulinar, utilizando-se uma trena, o diâmetro do caule (mm), que foi determinado a 1 cm acima do colo, com auxílio de um paquímetro digital e o número de folhas, sendo contadas todas as folhas fotossinteticamente ativas.

A partir dos dados da primeira e da última avaliação, ou seja, 60 e 120 DAS, calculou-se a taxa de crescimento relativo (TCR), que avalia o crescimento em função da matéria pré-existente, para altura da planta, diâmetro do caule e o número de folhas, sendo obtidas pela expressão 3 (BENINCASA, 2003; FERNANDES, 2002):

$$TCR = \frac{(\ln A_2 - \ln A_1)}{t_2 - t_1} \quad (3)$$

Em que: A_2 = altura de planta, diâmetro de caule ou número de folhas obtido no final do período de estudo; A_1 = altura de planta, diâmetro de caule ou número de folhas obtido no início do período de estudo; $t_2 - t_1$ = diferença de tempo entre as amostragens. Sendo os valores da TCR em altura de planta expressos em $\text{cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, em diâmetro do caule em $\text{mm mm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ e número de folhas em $\text{und und}^{-1} \text{ dia}^{-1}$.

4.5.2 Trocas gasosas

As trocas gasosas foram avaliadas na terceira folha contada a partir do ápice, e medidas com analisador de gás no infravermelho (IRGA) LCpro+, com fonte de luz constante de $1.200 \mu\text{mol de fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. As mesmas foram realizadas aos 61 DAS, 24 horas após o início do estresse salino, aos 75, 90 e 120 DAS, sempre no período da manhã.

As variáveis mensuradas foram: concentração intercelular de CO_2 (C_i) expressa em $\mu\text{mol}(\text{CO}_2) \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, condutância estomática (g_s) em $\text{mol}(\text{H}_2\text{O}) \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, transpiração (E) em

$\text{mmol}(\text{H}_2\text{O}) \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e a taxa fotossintética (A) em $\mu\text{mol}(\text{CO}_2) \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, a partir desses dados calculou-se a eficiência intrínseca no uso da água ($EIUA$) pela razão entre A e E , ($EIUA=A/E$) expressa em $[\mu\text{mol}(\text{CO}_2) \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}] [\text{mmol}(\text{H}_2\text{O}) \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}]^{-1}$ e a eficiência instantânea da carboxilação (EIC_i) dividindo-se a A por C_i ($EIC_i=A/C_i$) e expressa em $[\text{mmol}(\text{CO}_2) \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}] [\mu\text{mol}(\text{CO}_2) \text{ mol}^{-1}]^{-1}$.

4.5.3 Fluorescência da clorofila *a*

As determinações da fluorescência da clorofila *a* foram feitas nas mesmas folhas utilizadas nas análises das trocas gasosas, estando em bom estado fitossanitário completamente expandidas (maduras), utilizando-se um fluorômetro portátil Plant Efficiency Analyser – PEA II® (Hansatech Instruments Co., UK). As folhas selecionadas para a análise foram pré-adaptadas ao escuro, com clips apropriados, e após um período de 30 minutos foram feitas as leituras, realizadas sempre pela manhã, aos 75, 90 e 120 DAS.

As variáveis avaliadas foram: fluorescência inicial (F_0), fluorescência máxima (F_m), fluorescência variável (F_v), obtida pela diferença entre F_m e F_0 e eficiência quântica fotoquímica máxima do Fotossistema II (FSII), calculada pela razão entre F_v e F_m .

4.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As variáveis avaliadas foram submetidas à análise de variância pelo teste F, nos casos de significância, foi realizada análise de regressão polinomial, linear e quadrática, para o fator salinidade da água de irrigação em cada genótipo de citros, fazendo-se o desdobramento da interação em função do grau de liberdade ser alto (28) e o teste de médias (Tukey) entre salinidades em cada época de avaliação nas trocas gasosas; em ambos os casos utilizou-se a probabilidade de 5% (FERREIRA, 2000), usando-se o *software* SISVAR 4.0.

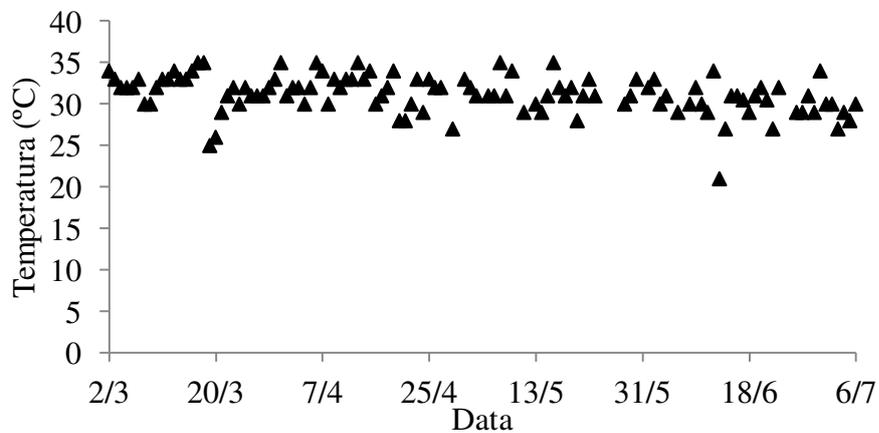
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 MONITORAMENTO CLIMÁTICO E BALANÇO DE ÁGUA E SAIS NO SUBSTRATO

Na Figura 1, estão expostos os dados referentes à temperatura média durante o período do experimento, podendo-se observar variação na temperatura de 21 a 35 °C, faixa considerada adequada para o desenvolvimento da cultura dos citros (SENTELHAS, 2005; MEDINA et al., 2008). A menor temperatura ocorreu no dia 13/06/2013 e a mais alta ocorreu em vários dias.

As plantas cítricas adaptam-se a diferentes regimes térmicos, tolerando, durante a fase de crescimento vegetativo, temperaturas mínimas na faixa de 12 a 13 °C e máximas que oscilam de 37 a 39 °C (SENTELHAS, 2005; MEDINA et al., 2008). Dessa forma, pode-se afirmar que as temperaturas observadas estão dentro da faixa indicada na literatura, sendo assim, não se espera que as mesmas tenham afetado, de forma negativa, as plantas de citros.

Figura 1- Variação da temperatura ao longo do experimento. Pombal-PB, 2013.



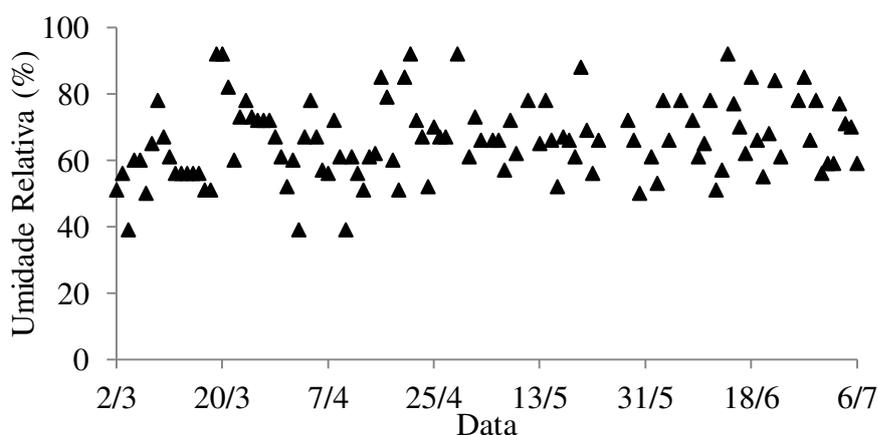
Ainda com relação à Figura 1, nota-se que na maioria dos dias as temperaturas permaneceram elevadas. No ambiente protegido, as temperaturas mais elevadas eram verificadas no período da tarde. Nessas ocasiões, podia-se perceber que a camada superior do substrato permanecia seca, como também se visualizava algumas plantas murchas, todavia, as irrigações eram realizadas duas vezes ao dia, o que restringia o efeito do estresse por meio da redução da umidade do solo.

Taiz e Zeiger (2009) comentam que a temperatura afeta todas as reações bioquímicas

da fotossíntese e Medina et al. (2008) afirmam que nos citros, sob temperaturas iguais ou superiores a 36 °C, a taxa de respiração é maior do que a fotossíntese e que o aquecimento excessivo das folhas destrói a clorofila, bloqueia a translocação da água, impedindo o atendimento da demanda hídrica além de desorganizar o balanço nutricional da planta; como a temperatura máxima foi de 35 °C, acredita-se que não tenha ocorrido tais sintomas.

Os valores de umidade relativa estão na Figura 2, notando-se que oscilaram entre 39% e 92%, com média de 66%. De acordo com Sentelhas (2005), a umidade do ar não influencia na produtividade das plantas cítricas, pois, o efeito mais relevante dessa variável climática está relacionado à fitossanidade dos pomares. Apesar dessa informação, acrescenta-se que não se verificou incidência de doenças fúngicas nas plantas, não sendo necessária a aplicação de produtos de controle, o que pode estar associado à umidade relativa desfavorável aos microorganismos, à incidência solar e ao manejo de irrigação, já que se aplicou água direto no solo.

Figura 2 - Variação da umidade relativa ao longo do experimento. Pombal-PB, 2013.

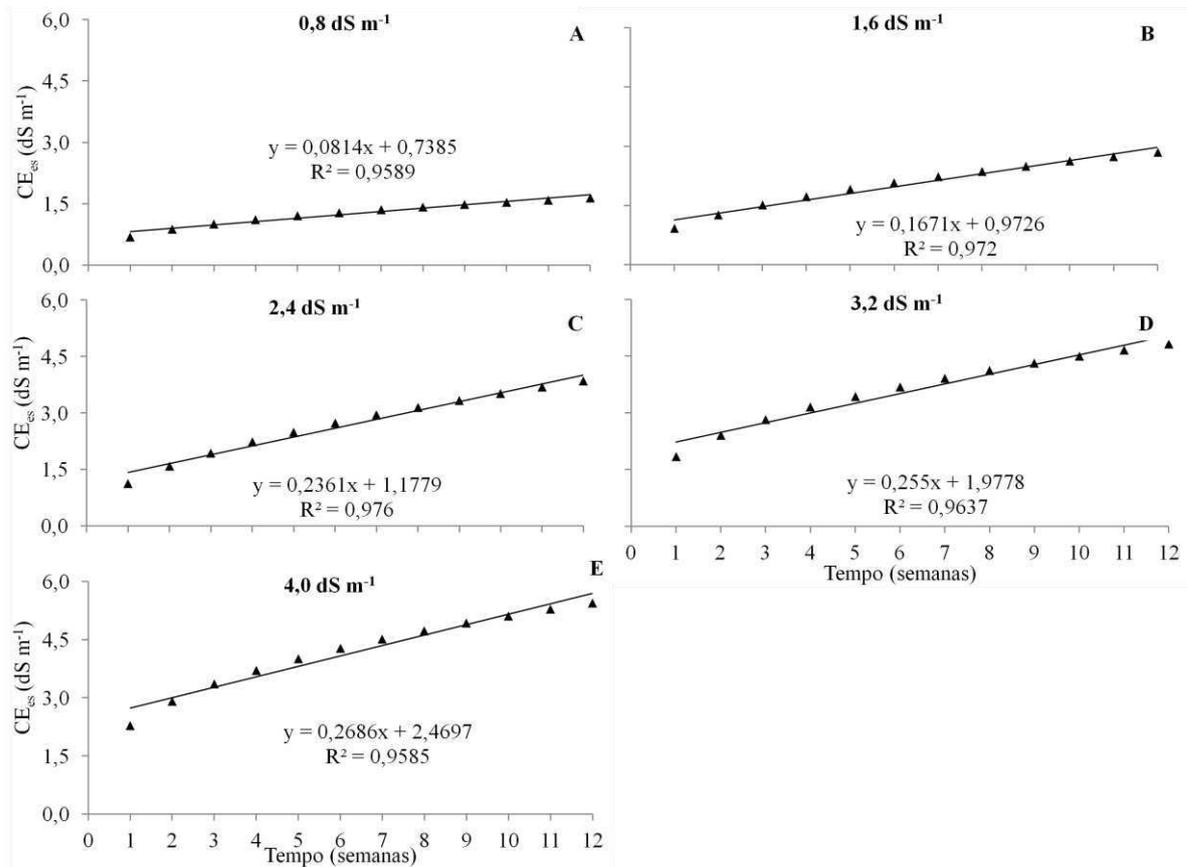


De modo geral, acredita-se que não houve limitação do crescimento em função da umidade relativa local. Considera-se, ainda, que a restrição de umidade do ar tenha favorecido a formação dos *seedlings*, principalmente, quanto ao aspecto fitossanitário.

Com relação à salinidade do extrato de saturação, em solos de textura média, aplicando-se uma lâmina de lixiviação entre 0,15 e 0,20, a concentração de sais no extrato de saturação é metade da concentração da água de drenagem (AYERS; WESTCOT, 1999), dessa maneira, estima-se que ao final do experimento os valores para a condutividade elétrica no extrato de saturação (CE_{es}) foram de 1,64, 2,85, 3,4, 4,82 e 5,45 $dS\ m^{-1}$ para os tratamentos 0,8, 1,6, 2,4, 3,2 e 4,0 $dS\ m^{-1}$, respectivamente, havendo um incremento de até 3,16 $dS\ m^{-1}$ para a salinidade de 4,0 $dS\ m^{-1}$ na água de irrigação (Figura 3). Acrescenta-se que a salinidade

limiar das plantas de citros, conforme Singh, Saini e Behl (2003) é de $2,0 \text{ dS m}^{-1}$, sendo assim, com exceção do menor nível de salinidade da água, todas as outras salinidades proporcionaram condutividades elétricas no extrato de saturação superiores a salinidade limiar.

Figura 3 - Estimativa da condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{es}) ao longo do período experimental, para os níveis de salinidade na água de irrigação de $0,8$, $1,6$, $2,4$, $3,2$ e $4,0 \text{ dS m}^{-1}$. Pombal-PB, 2013.



Incremento na condutividade elétrica do extrato de saturação com aplicação de água salina foi relatado por Amorim et al. (2010), analisando os efeitos da salinidade em solo cultivado com cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) irrigado com águas de salinidade de $0,5$ a $12,0 \text{ dS m}^{-1}$, os quais observaram no nível mais elevado da água de irrigação, após quatro meses, o valor de $16,8 \text{ dS m}^{-1}$ na CE_{es} , 40% maior que o da água de irrigação $0,5 \text{ dS m}^{-1}$. Rebequi et al. (2009) constataram, em média, um aumento na CE_{es} de até $3,7 \text{ dS m}^{-1}$ em solo cultivado com limão 'Cravo' e irrigado com águas de CE de $0,5$, $1,0$, $2,0$, $3,0$ e $4,0 \text{ dS m}^{-1}$, corroborando com os resultados evidenciados neste trabalho.

Conforme as estimativas da CE_{es} , as plantas irrigadas com águas de $1,6 \text{ dS m}^{-1}$

estavam sob salinidade superior à salinidade limiar, a partir da sétima semana, essa observação ocorreu na quarta semana para plantas sob irrigação com água de $2,4 \text{ dS m}^{-1}$, na segunda naquelas sob CE_a de $3,2 \text{ dS m}^{-1}$ e a partir da primeira quando irrigadas com águas de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$, assim, a intensidade do estresse com o aumento da concentração de sais na água pode ser relacionado a concentração de sais total e ao tempo de exposição aos sais, sendo que as plantas sob o maior nível de salinidade foram submetidas a condições que poderiam ocasionar morte das plantas de citros.

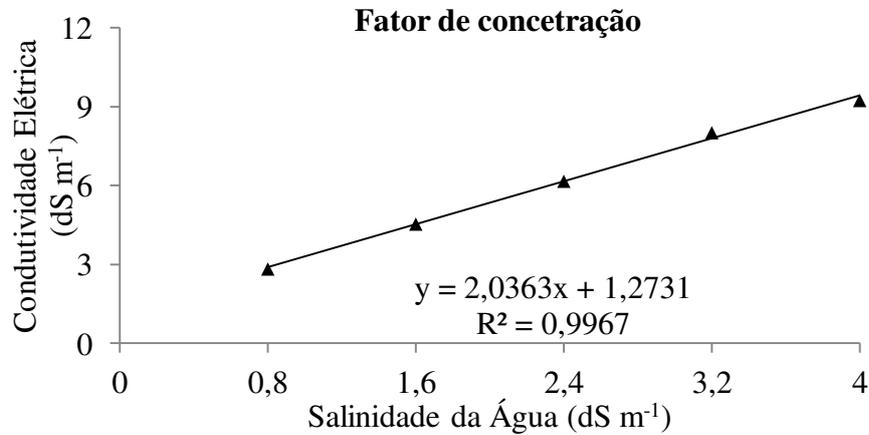
Em todos os níveis da salinidade da água de irrigação, com exceção do $0,8 \text{ dS m}^{-1}$, a CE_{es} atingiu níveis capazes de induzir uma redução na produtividade dos citros, sendo que nos dois níveis mais altos os valores alcançados pela CE_{es} podem comprometer até 50% do rendimento da cultura (AYERS; WESTCOT, 1999).

Além da influência sobre a produtividade, de acordo com Taiz e Zeiger (2009), plantas glicófitas, como as cítricas, quando expostas a concentrações de sais acima do limiar, começam a mostrar sinais de inibição do crescimento, descoloração foliar, e perda do seu peso seco, o que poderá ser observado quando forem estudadas as variáveis de crescimento e fisiológicas.

Estudando-se o comportamento do fator de concentração da água de drenagem (Figura 4) percebe-se um aumento linear em função da CE da água de irrigação igual a 2,0363. Considerando-se que a concentração de sais presente na zona radicular é equivalente a da água de drenagem (AYERS; WESTCOT, 1999), constata-se que o aumento unitário na água de irrigação corresponde ao acréscimo de $2,03 \text{ dS m}^{-1}$ na água de drenagem e, conseqüentemente, o mesmo aumento na CE da zona radicular, confirmando a tendência de salinização do substrato.

No geral, o efeito da salinidade nas plantas é ocasionado pela ação osmótica, que reduz a capacidade de absorção de água, e pelo o acúmulo de íons tóxicos. O excesso de sais provoca uma série de alterações metabólicas, que interferem nas funções fisiológicas e bioquímicas das plantas resultando em mudanças nas relações hídricas, na absorção e utilização de nutrientes e em efeitos de toxicidade (MUNNS, 2002; TAIZ; ZEIGER, 2009; AMORIM et al., 2010).

Figura 4 - Condutividade elétrica da água de drenagem em função da condutividade elétrica da água de irrigação, aos 120 dias após a semeadura, com a média dos genótipos de citros estudados. Pombal- PB, 2013.



5.2 CRESCIMENTO DOS PORTA-ENXERTOS

Observa-se, na Tabela 1, que houve diferença estatística ao nível de 1% quanto ao fator genótipo nas variáveis alturas de planta, diâmetro do caule e número de folhas, nos períodos de 60, 90 e 120 dias após a semeadura (DAS), tendência também constatada para as variáveis taxa de crescimento relativo em altura das plantas (TCRALT), taxa de crescimento relativo em diâmetro do caule (TCRDC) e taxa de crescimento relativo em número de folhas (TCRNF). Essas diferenças podem estar relacionadas com as características genéticas de cada material, pois, notou-se que os mesmos apresentavam altura, formato de folha (unifoliada e trifoliada) e número de folhas diferentes, o que, possivelmente, influenciou as características de crescimento.

Segundo Oliveira et al. (2008), há diferenças de vigor consideráveis entre os genótipos de porta-enxertos na fase de viveiro, destacando-se como mais vigorosos os limoeiros ‘Cravo’, ‘Rugoso’ e ‘Volkameriano’ e, como menos vigoroso, o *P. trifoliata*, sendo essas diferenças também observadas nesta pesquisa.

Resultados semelhantes aos mencionados neste trabalho foram relatados por Brito et al. (2008) e Fernandes et al. (2011), avaliando o efeito da salinidade sobre o desenvolvimento de porta-enxertos de citros e por Silva et al. (2012), que estudando a produção de citros irrigados com água moderadamente salina, observaram diferença significativa para a fonte de variação porta-enxerto para a altura de planta, diâmetro do caule do porta-enxerto e diâmetro do caule do enxerto, não sendo constatado esse comportamento apenas para a variável número de folhas.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para a altura de planta (ALT), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF), aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura (DAS), e da taxa de crescimento relativo, entre os 60 e 120 DAS, em altura de planta (TCRALT), diâmetro do caule (TCRDC) e número de folhas (TCRNF) de genótipos de citros em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. Pombal-PB, 2013.

Variável	Período (DAS)	Genótipo (G)	Quadrados Médios				Erro	Média	CV (%)
			Salinidade (S)	G x S	Bloco				
ALT	60	17,526**	0,767 ^{ns}	0,417 ^{ns}	49,094**	0,591	4,33	17,75	
DC		0,597**	0,030 ^{ns}	0,034 ^{ns}	2,413**	0,033	1,37	13,38	
NF		6,118**	0,364 ^{ns}	0,364 ^{ns}	6,414**	0,230	4,13	11,61	
ALT	90	15,875**	1,013 ^{ns}	1,018 ^{ns}	50,751**	0,720	4,95	17,15	
DC		0,824**	0,120**	0,038 ^{ns}	1,382**	0,033	1,74	10,44	
NF		38,452**	7,495*	1,128 ^{ns}	36,035*	1,489	8,93	13,66	
ALT	120	82,558**	12,561**	5,312*	79,969**	2,953	9,65	17,81	
DC		2,113**	1,105**	0,077 ^{ns}	0,606**	0,072	2,50	10,75	
NF		118,135**	55,253**	1,867 ^{ns}	111,549**	2,241	12,31	12,16	
TCRALT	60 -120	0,000084**	0,000074**	0,000009 ^{ns}	0,000133**	0,000001	0,01351	23,02	
TCRDC		0,000078**	0,000048**	0,000005 ^{ns}	0,000226**	0,000007	0,01028	24,96	
TCRNF		0,000101**	0,000121**	0,000007 ^{ns}	0,000039**	0,000007	0,17795	14,79	
Grau de Liberdade		7	4	28	2	78	-	-	

ns = não significativo; * e ** significativos aos níveis de 5 % e 1 %, respectivamente; CV = Coeficiente de variação.

Para o fator salinidade, não houve diferenças significativas para as variáveis: número de folhas, diâmetro do caule e altura das plantas aos 60 DAS, período em que se iniciaram as irrigações com águas salinizadas, e aos 90 DAS apenas para a altura de planta; nos demais períodos, verificou-se efeito expressivo da salinidade ($p < 0,01$) sobre todas as variáveis de crescimento, conforme Tabela 1. Diante desse resultado, pode-se verificar a sensibilidade da variável altura de planta para identificar o efeito do estresse em plantas, corroborando com os resultados observados por Brito (2007) e Brito (2010), (onde) no qual o autor estudou o crescimento de porta-enxertos e combinações copa/porta-enxerto, respectivamente, sob irrigação com água salina e também notou maior sensibilidade quanto à altura de planta.

Segundo Ayers e Westcot (1999), os efeitos da salinidade variam com os estados fenológicos das culturas, sendo os mesmos mais perceptíveis durante as primeiras etapas do crescimento. Cavalcante et al. (2010a), estudando fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro (*Carica papaya* L.), verificaram influência da salinidade sobre a emergência de plântulas, altura de planta, diâmetro do caule e biomassa da raiz e da parte aérea. Da mesma forma, Rebequi et al. (2009) mencionaram que a salinidade induziu

variações na altura de planta, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar e massa seca das raízes. Observando-se, em todos esses trabalhos, semelhanças com os resultados evidenciados para mudas de citros sob irrigação com água salina, notadamente a partir dos 90 DAS.

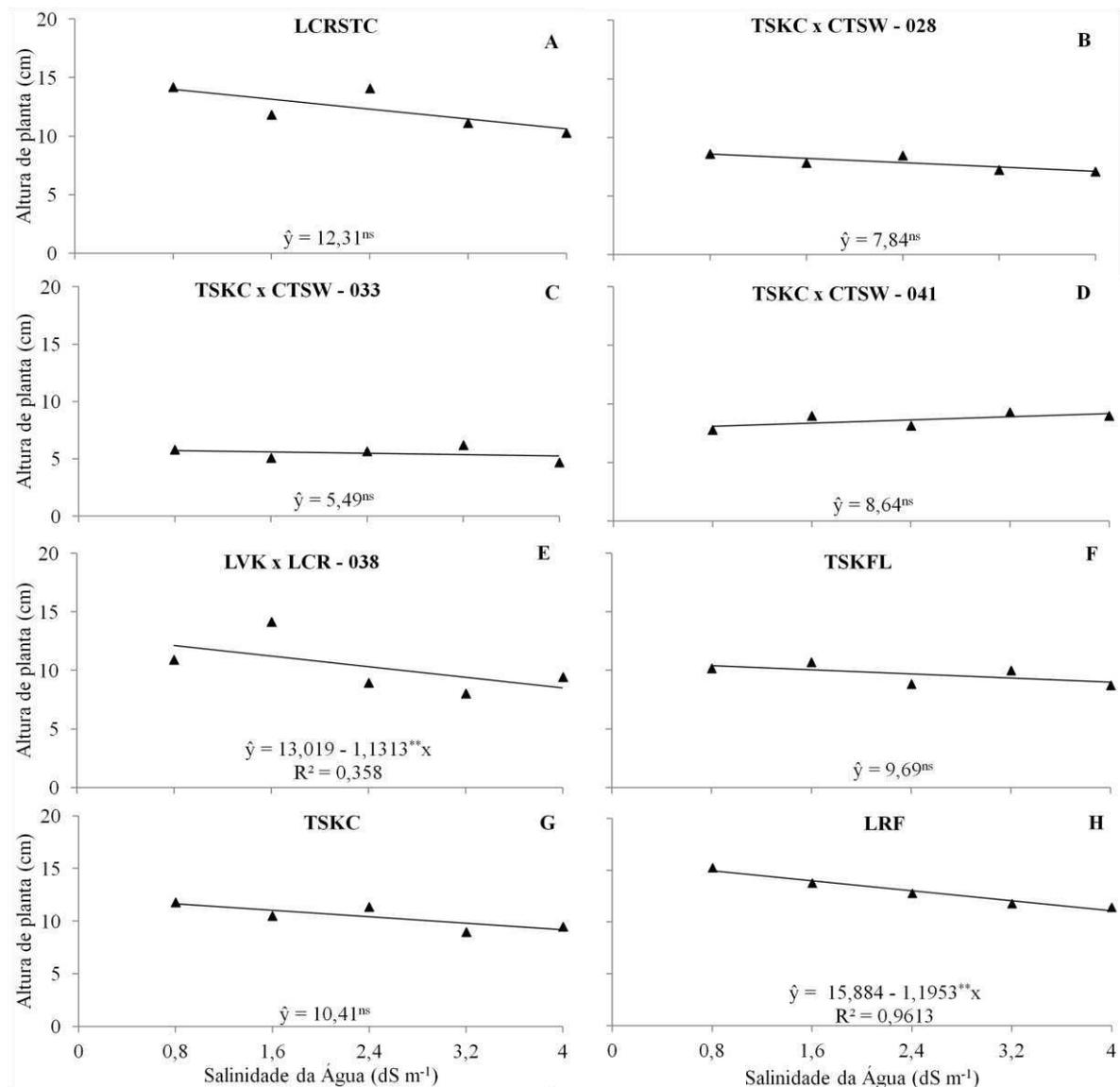
Ainda de acordo com a Tabela 1, observa-se que, com exceção altura de planta aos 120 DAS, não houve interação entre os fatores genótipo x salinidade, o que pode estar relacionado com o curto período de cultivo das plantas sob salinidade da água. Verificando-se, também, a ocorrência do efeito de bloco em todos os períodos e variáveis, o que demonstra a efetividade do bloco no controle local, mesmo estando em ambiente protegido.

Apesar de não haver interação entre os fatores genótipos x salinidade, optou-se por fazer o estudo de regressão para cada variável, levando em consideração o genótipo e a salinidade da água de irrigação.

Dessa forma, avaliou-se o efeito da salinidade nos genótipos aos 120 DAS, por análise de regressão, observando-se redução linear para a altura de plantas no híbrido LVK x LCR - 038 e no limoeiro 'Rugoso da Flórida' (Figura 5E e 5H), obtendo-se maior decréscimo, com o aumento unitário da CE_a , no LVK x LCR - 038 (9,33%), considerando o menor nível de salinidade da água de irrigação, correspondendo a uma redução de 29,85% entre o menor e o maior nível de salinidade estudado.

Não houve redução significativa na altura de planta com o aumento da salinidade nos genótipos LCRSTC, TSKC x CTSW 028 e 033, TSKFL e TSKC, entretanto, observa-se tendência ao comportamento linear decrescente, com reduções de 27,56%, 17,70%, 19,20%, 13,93% e 19,50%, respectivamente, ao se comparar os valores de altura de planta do menor com o maior nível de salinidade da água de irrigação (Figura 5). Ademais, destaca-se o híbrido TSKC x CTSW - 041, no qual não houve redução na altura de planta com o incremento da salinidade, denotando tolerância ao estresse salino.

Figura 5 - Altura de plantas em função da salinidade da água de irrigação, aos 120 dias após a semeadura, relativa aos diferentes genótipos de citros estudados. Pombal-PB, 2013.



LCRSTC: limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*Citrus limonia* Osbeck); TSKC: tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum; CTSW: citrumelo Swingle [*C. paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.]; LVK: limoeiro 'Volkameriano' (*C. volkameriana* V. Ten. & Pasq.); LCR: limoeiro 'Cravo'; TSKFL: tangerineira 'Sunki' seleção 'da Flórida'; LRF: limoeiro 'Rugoso' seleção 'da Flórida' (*C. jambhiri* Lusch.).

A redução de crescimento nas plantas submetidas ao estresse salino é, geralmente, associada ao efeito osmótico, causado pela redução da disponibilidade de água para a planta, devido à presença de sais na solução do solo, aos efeitos de toxicidade de íons específicos, principalmente, cloro, sódio e boro, ao desequilíbrio nutricional ou a uma combinação desses fatores (AL-YASSIN, 2005; DIAS; BLANCO, 2010), dessa maneira, acredita-se que o efeito combinado dos fatores tenha afetado os genótipos de citros, notadamente, o híbrido LVK x LCR - 038, o LRF e o LCRSTC, nos quais se observaram maior redução e ocorrência de

sintomas de toxidez no período de transplante.

Tal redução no crescimento pode ser associada com a inibição da expansão celular, ocasionada pelo aumento da pressão osmótica na solução do solo e consequente plasmólise celular, influenciando a divisão e o alongamento celular (ZHU, 2001; TAIZ; ZEIGER, 2009); sendo assim, a salinidade pode ter ocasionado a redução na formação celular em função do efeito osmótico, já que no substrato aumentou para valores até 2,5 vezes a salinidade limiar de plantas cítricas.

Munns (2005) cita que a diminuição inicial do crescimento é causada pelo efeito osmótico e que a redução subsequente se deve ao acúmulo de íons tóxicos nas folhas transpirantes. Com base nessa informação, pode-se dizer que em citros o efeito osmótico só foi evidenciado para a variável altura de plantas após os 90 dias da semeadura, verificando-se, visualmente, aos 120 DAS, plantas de alguns genótipos com sintomas de toxidez nas folhas, confirmando a teoria.

Redução na altura de planta em função do aumento da salinidade no substrato tem sido observada, também, em outras frutíferas, a exemplo da goiabeira (*Psidium guajava* L.), na qual Cavalcante et al. (2010b), estudando os efeitos da salinidade da água (0,5; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 dS m⁻¹) e do esterco bovino durante a formação de mudas, verificaram redução de 38,4%, quando compararam os valores do menor com os do maior nível de salinidade aplicado; no cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) foi observado decréscimo de até 70% por Sousa et al. (2011), avaliando o desenvolvimento inicial de dois clones de cajueiro sob irrigação com água salina (0; 3,0; 6,0; 9,0 e 12 dS m⁻¹) e no mamoeiro Sá et al. (2013) observaram redução de 54,2% ao analisar a produção de mudas irrigadas com água salina (1,2; 2,4; 3,6 e 4,8 dS m⁻¹), esses resultados demonstram que algumas fruteiras são sensíveis a salinidade, assim como alguns genótipos de citros.

Em plantas de citros, a redução no crescimento foi relatada por Anjum (2008), aplicando soluções de NaCl com concentrações de 40 e 80 mM, observando redução de 15,58% e 17,30% nos porta-enxertos tangerineira ‘Cleópatra’ e citrange ‘Troyer’, respectivamente, em plantas irrigadas com a solução mais concentrada e por Brito et al. (2008), que estudando o efeito da salinidade sobre genótipos de porta-enxertos cítricos, observaram decréscimo na altura de planta em todos os genótipos avaliados (TSKC x CTARG - 015; TSKC x CTARG - 081; TSKFL x CTC25 - 010; TSFL x CTC13 - 005; limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ e tangerineira ‘Sunki Tropical’), sendo a maior redução verificada na tangerineira ‘Sunki Tropical’ (49,6%). Esses resultados, então, evidenciam que a sensibilidade à salinidade é variável com o genótipo, assim como, identificado neste trabalho.

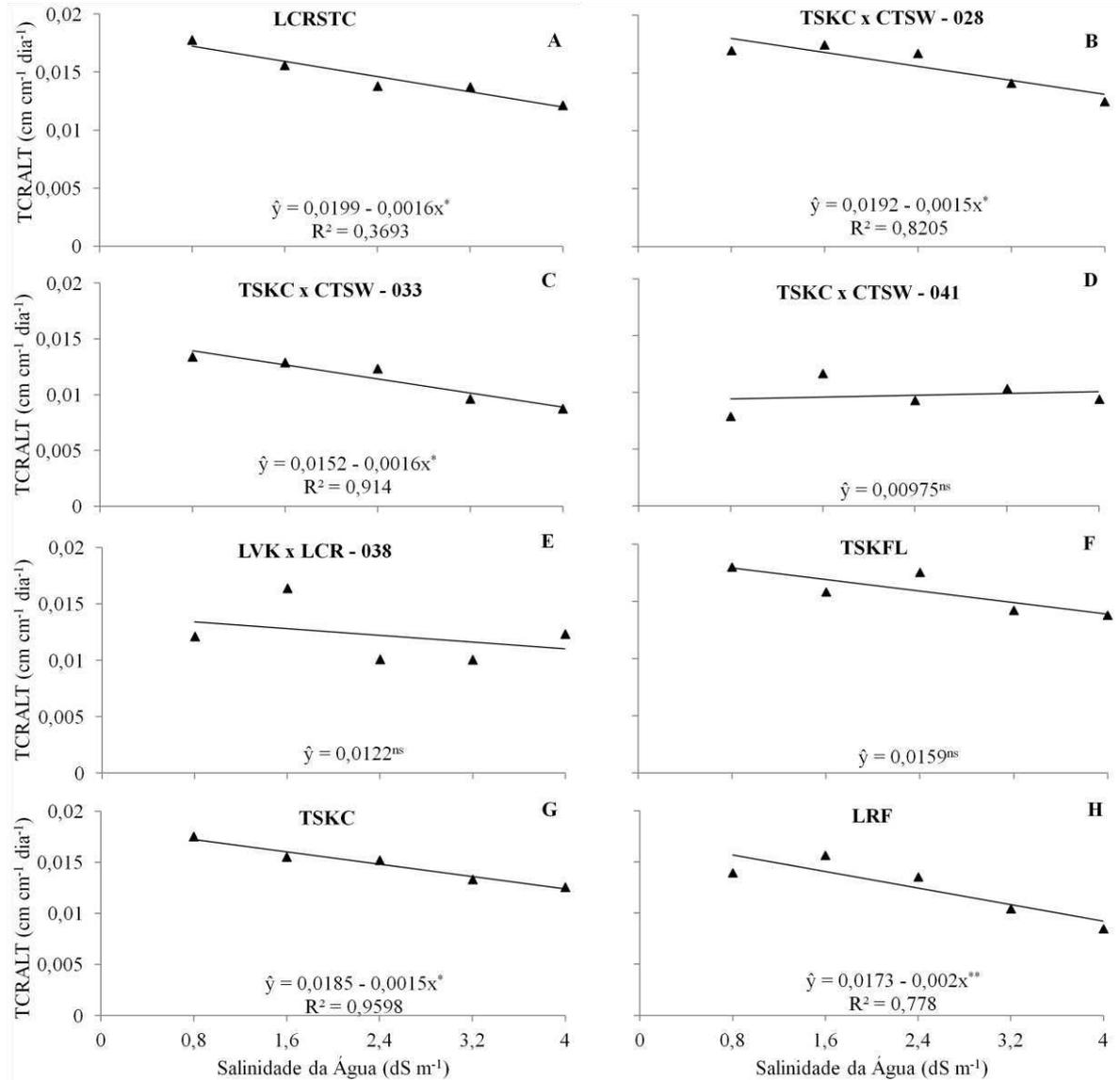
Ao se analisar os valores da taxa de crescimento relativo, verificou-se efeito significativo da salinidade em um maior número de genótipos, notando-se maior sensibilidade nesta variável, assim como observado por Peixoto et al. (2006), estudando genótipos de citros sob estresse hídrico. A salinidade crescente da água de irrigação proporcionou decréscimo linear na TCRALT para o limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, nos híbridos TSKC x CTSW 028 e 033, na tangerineira ‘Sunki Comum’ e no limoeiro ‘Rugoso da Flórida’, com redução de 8,59%, 8,33%, 11,49%, 8,67% e 12,74%, respectivamente, por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação (CE_a), conforme Figura 6.

Não houve efeito da salinidade na TCRALT para os híbridos TSKC x CTSW - 041 e o LVK x LCR - 038, como também para a tangerineira ‘Sunki da Flórida’ (Figura 6D, 6E e 6F), não ocorrendo redução, a partir desses resultados deduz-se que esses materiais são tolerantes a salinidade, ou mantêm a eficiência no crescimento em altura mesmo com o aumento da concentração de sais na água. Ainda reportando-se aos valores de altura de planta, constata-se que essa mesma realidade ocorreu, também, no TSKC x CTSW - 041 e no TSKFL, reforçando o potencial em tolerância desses genótipos.

Por outro lado, maior decréscimo na TCRALT foi observado para o limoeiro ‘Rugoso da Flórida’ (40,76%) quando se compara os dados das plantas irrigadas com $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ aos obtidos no menor nível de salinidade, similar ao que ocorreu para altura de planta, na qual notou-se um decremento de 25,62% (Figura 6H).

O crescimento mais lento é uma característica adaptativa para a sobrevivência das plantas sob estresse. Na natureza, o grau de tolerância à salinidade ou ao déficit hídrico parece ser inversamente proporcional à taxa de crescimento (ZHU, 2001), essa afirmação pode ser confirmada neste trabalho, já que a maior tolerância é observada no híbrido TSKC x CTSW - 041, no qual a TCRALT média foi de 0,00975 e no mais sensível, o limoeiro ‘Rugoso da Flórida’ variou de 0,0153 no menor nível de salinidade a 0,0093 no maior. Ainda, os maiores valores de altura de planta foram observados nos limoeiros ‘Rugoso da Flórida’ (14,93 cm) e ‘Cravo Santa Cruz’ (14,19 cm) e no híbrido LVK x LCR - 038 (12,11 cm), contudo, em tais genótipos foram registradas as maiores reduções (25,62%; 27,56% e 29,88%, respectivamente), com o acréscimo da salinidade na água de irrigação, expressando sensibilidade à salinidade.

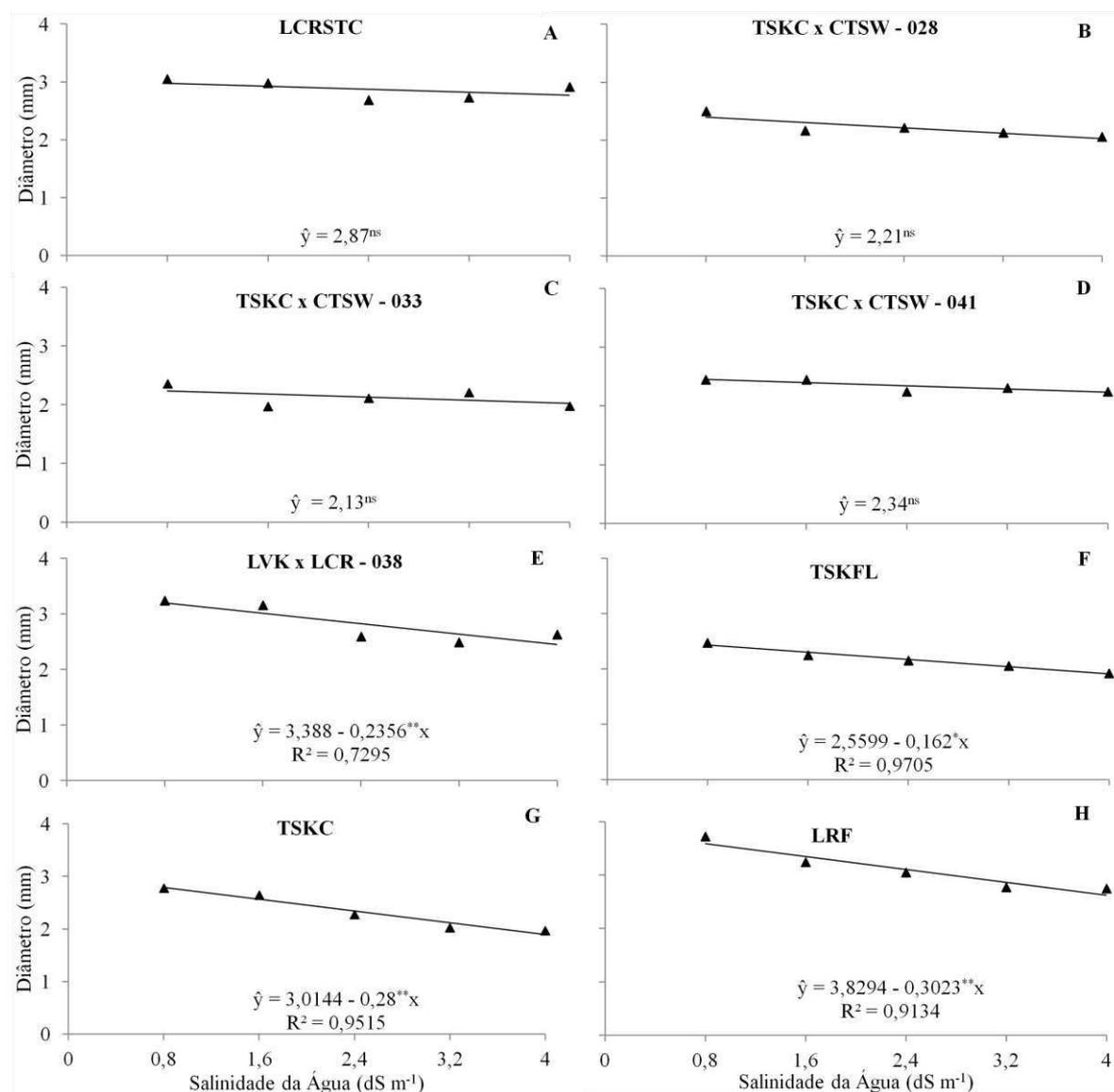
Figura 6 - Taxa de crescimento relativo em altura de plantas (TCRALT) em função da salinidade da água de irrigação, entre os 60 e 120 dias após a semeadura, relativa aos diferentes genótipos de citros estudados. Pombal-PB, 2013.



LCRSTC: limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ (*Citrus limonia* Osbeck); TSKC: tangerineira ‘Sunki’ [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum; CTSW: citrumelo Swingle [*C. paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.]; LVK: limoeiro ‘Volkameriano’ (*C. volkameriana* V. Ten. & Pasq.); LCR: limoeiro ‘Cravo’; TSKFL: tangerineira ‘Sunki’ seleção ‘da Flórida’; LRF: limoeiro ‘Rugoso’ seleção ‘da Flórida’ (*C. jambhiri* Lusch.).

A salinidade da água de irrigação não influenciou, significativamente, o diâmetro do caule no LCRSTC e nos híbridos de citrumelo ‘Swingle’ 028, 033 e 041, porém, nesses híbridos, observa-se uma leve tendência ao comportamento linear decrescente (Figura 7A, 7B, 7C e 7D). Tendo em vista a importância dessa variável no crescimento dos porta-enxertos, pode-se dizer que esses genótipos são potenciais para a produção de mudas de citros, podendo ser usados como porta-enxerto, em particular o TSKC x CTSW - 041, por sua menor sensibilidade também na altura de planta.

Figura 7 - Diâmetro do caule em função da salinidade da água de irrigação, aos 120 dias após a semeadura, relativo aos diferentes genótipos de citros estudados. Pombal-PB, 2013.



LCRSTC: limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*Citrus limonia* Osbeck); TSKC: tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum; CTSW: citrumelo Swingle [*C. paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.]; LVK: limoeiro 'Volkameriano' (*C. volkameriana* V. Ten. & Pasq.); LCR: limoeiro 'Cravo'; TSKFL: tangerineira 'Sunki' seleção 'da Flórida'; LRF: limoeiro 'Rugoso' seleção 'da Flórida' (*C. jambhiri* Lusch.).

Para os demais genótipos, LVK x LCR - 038, TSKFL, TSKC e LRF, observa-se comportamento linear decrescente com reduções de 7,36%, 6,58%, 10,03% e 8,36%, respectivamente, com o aumento unitário da CE_a (Figura 7). Dentre os genótipos, nos quais observou-se redução, e comparando-se os valores do diâmetro do menor nível de salinidade da água (0,8 dS m⁻¹) com o maior (4,0 dS m⁻¹), constata-se que o LCRSTC foi o menos sensível a salinidade com diminuição de apenas 4,53% e a tangerineira 'Sunki Comum' a

mais afetada pela salinidade, atingindo redução de 27,30% no diâmetro do caule, corroborando com os resultados apresentados por Suassuna et al. (2012), que ao estudarem genótipos de porta-enxertos de citros sob estresse hídrico, identificaram maior redução da fitomassa do caule na TSKC, em relação aos demais genótipos estudados.

O diâmetro do caule representa um fator importante para o desenvolvimento do porta-enxerto, pois, determina o momento de se fazer a enxertia, podendo ser antecipada (BRITO et al., 2008; FERNANDES et al., 2011; SILVA et al., 2012; NASCIMENTO et al., 2012b), sendo essa uma característica desejável por diminuir o tempo de formação da muda cítrica.

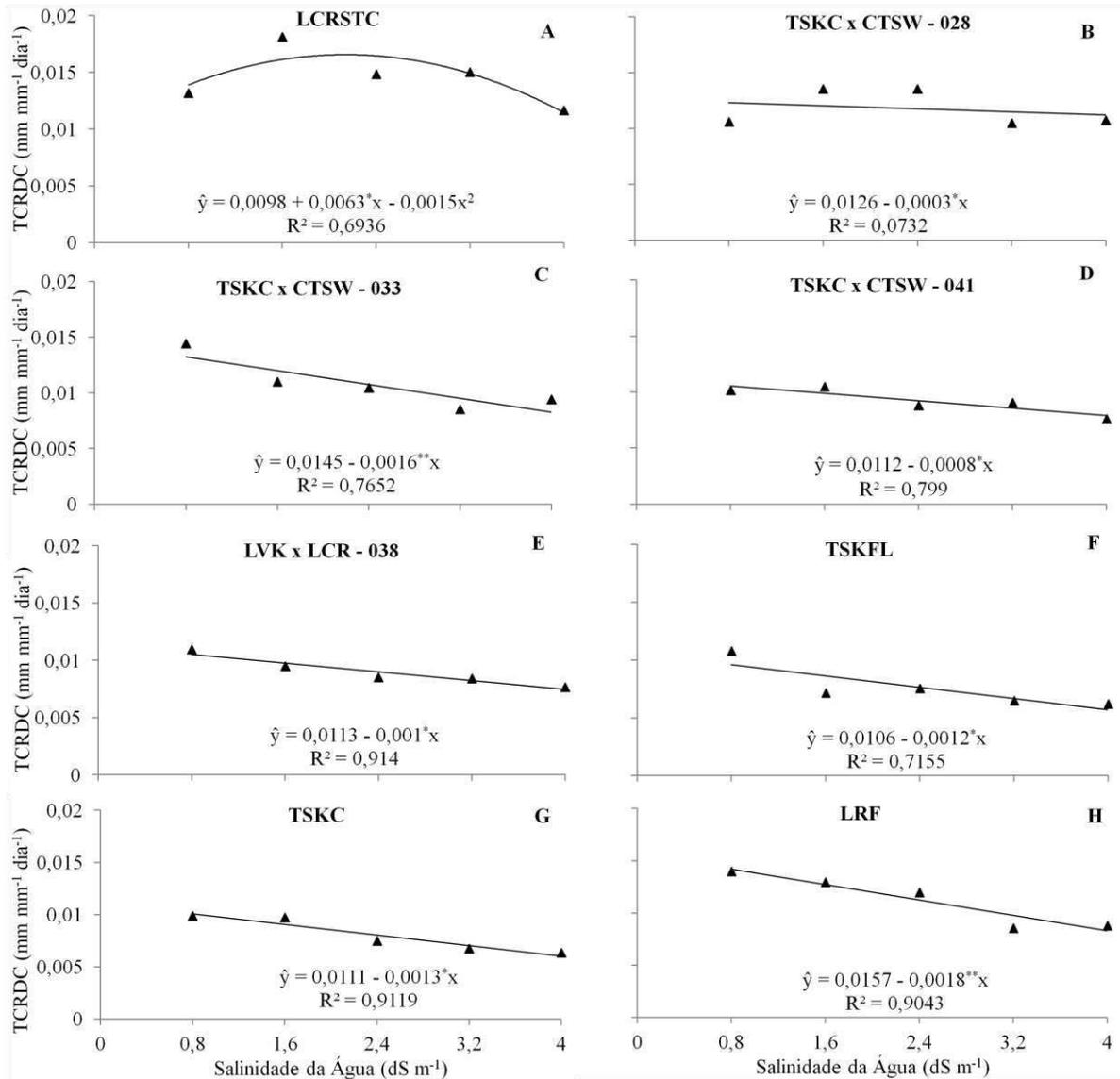
De acordo com Carvalho, Graf e Violante (2005), a enxertia deve ser realizada quando o caule dos porta-enxertos atingirem entre 6 e 8 mm de diâmetro que, dependendo do porta-enxerto, leva de 4 a 7 meses após a semeadura. Observou-se, conforme Figura 7, que o diâmetro do caule nos genótipos estudados variaram de 2,36 a 3,59 mm, no menor nível de salinidade da água e de 1,89 a 2,91 mm no maior, destacando-se o limoeiro ‘Rugoso da Flórida’ e o limoeiro ‘Cravo Santa Cruz, no menor e maior nível, respectivamente. Resultados semelhantes foram relatados por Nascimento et al. (2012b), ao estudarem porta-enxertos de citros submetidos ao estresse hídrico, registrando valores entre 1,97 e 2,72 mm, aos 150 DAS. Os resultados obtidos neste trabalho se devem ao menor período de condução do experimento, 120 DAS, e aos efeitos da salinidade que, em geral, influencia o desenvolvimento do caule pelos mesmos mecanismos, explicados anteriormente, para o crescimento em altura da planta (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Em relação à taxa de crescimento relativo em diâmetro do caule (TCRDC), verifica-se, conforme equações de regressão (Figura 8), comportamento linear e decrescente para os genótipos TSKC x CTSW 028, 033, 041, LVK x LCR - 038, TSKFL, TSKC e LRF quando submetidos a níveis crescentes da CE_a , havendo decréscimos de 2,43%, 12,10%, 7,58%, 9,52%, 12,45%, 12,92% e 12,62%, respectivamente, por aumento unitário da CE_a , o que corresponde a decréscimos de 7,77%, 38,73%, 24,24%, 30,48%, 39,83%, 41,35% e 40,39% da TCRDC das plantas irrigadas com água de 4,0 dS m⁻¹ em relação as irrigadas com 0,8 dS m⁻¹.

Deve-se destacar que a salinidade ocasionou efeito mais expressivo nas taxas de crescimento que nas variáveis em si, a exemplo, não ocorreu efeito da salinidade no diâmetro de caule dos genótipos TSKC x CTSW 028, 033 e 041, além de uma menor redução com o aumento da salinidade nos genótipos TSKFL, TSKC e LRF, na variável. Sendo assim, como a taxa de crescimento relativo se relaciona à eficiência em formar de novos tecidos com base nos pré-existentes, pode-se dizer que o aumento da salinidade reduz, de forma mais

expressiva, a eficiência do crescimento das plantas.

Figura 8 - Taxa de crescimento relativo em diâmetro do caule (TCRDC) em função da salinidade da água de irrigação, entre os 60 e 120 dias após a semeadura, relativa aos diferentes genótipos de citros estudados. Pombal-PB, 2013.



LCRSTC: limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ (*Citrus limonia* Osbeck); TSKC: tangerineira ‘Sunki’ [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum; CTSW: citrumelo Swingle [*C. paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.]; LVK: limoeiro ‘Volkameriano’ (*C. volkameriana* V. Ten. & Pasq.); LCR: limoeiro ‘Cravo’; TSKFL: tangerineira ‘Sunki’ seleção ‘da Flórida’; LRF: limoeiro ‘Rugoso’ seleção ‘da Flórida’ (*C. jambhiri* Lusch.).

Com relação ao limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ nota-se o comportamento quadrático com maior TCRDC estimada para plantas irrigadas com água de 2,1 dS m⁻¹, observando-se redução de 32,99% entre o nível de máximo (2,1 dS m⁻¹) e o maior nível de salinidade da água aplicada (4,0 dS m⁻¹), conforme Figura 8A.

Observou-se menor redução da TCRDC no híbrido trifoliata TSKC x CTSW - 028

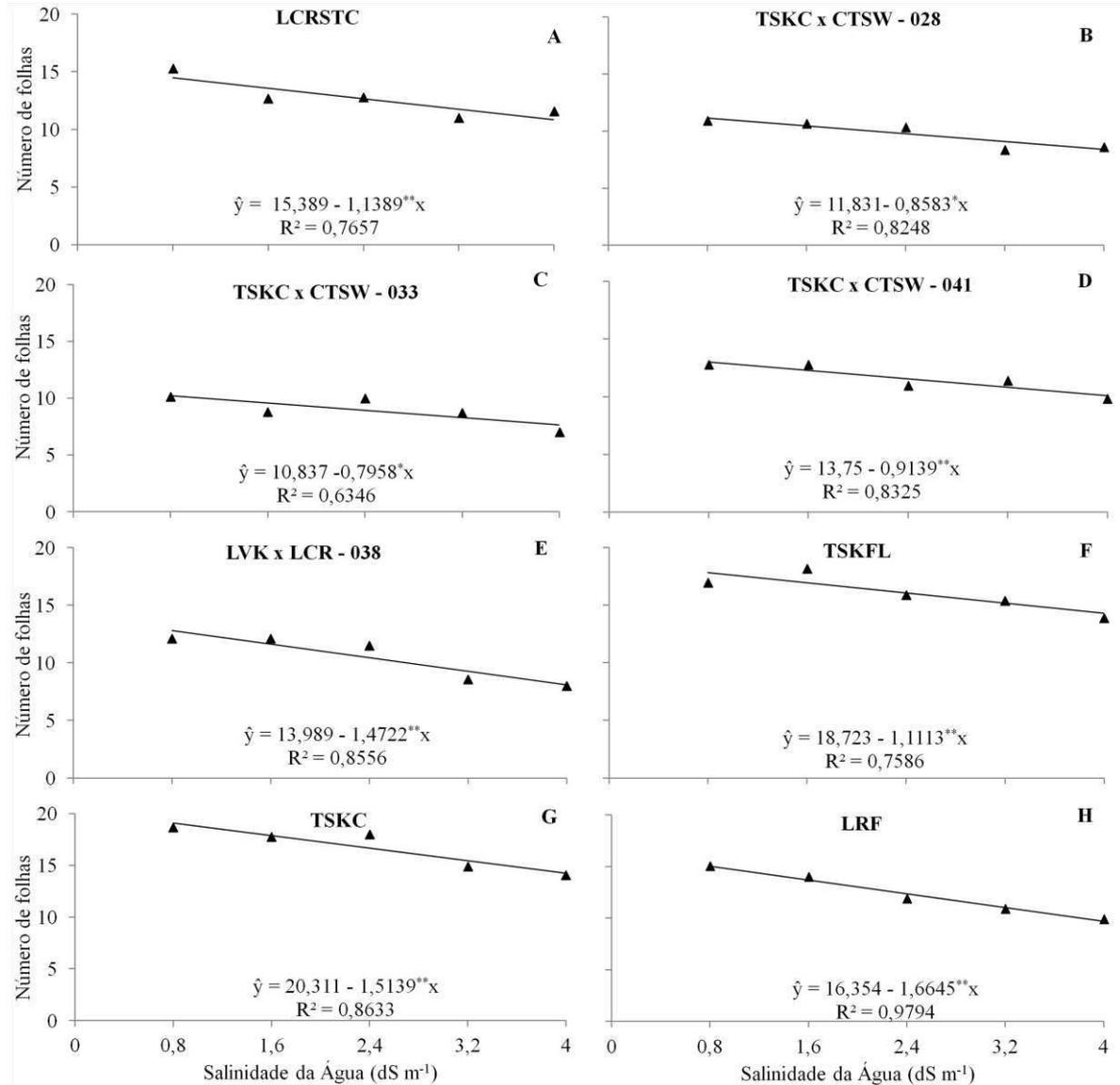
(7,77%) concordando com os resultados de Hussain et al. (2012), que observaram menores reduções do diâmetro do caule em genótipos de *P. trifoliata*, quando submetidos à salinidade, Suassuna et al. (2012) complementam relatando que porta-enxertos originados do *P. trifoliata* apresentam pequeno porte, característica que auxilia na capacidade de tolerância aos estresses abióticos, e como pode ser observado neste trabalho, os genótipos trifoliados apresentaram menor altura de planta.

As maiores reduções em diâmetro de caule e TCRDC foram observadas na tangerineira ‘Sunki Comum’, assim como observado por Brito et al. (2008), ao verificarem maior redução em diâmetro do caule para o híbrido de tangerineira ‘Sunki Comum’ com citrange ‘Argentina’ (TSKC x CTARG - 015). Os autores ainda destacam que o limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ tem maior potencial de crescimento em diâmetro do caule, resultado que também foi constatado neste trabalho, onde o LCRSTC obteve a maior TCRDC (0,016 mm mm⁻¹ dia⁻¹), valor observado no menor nível de salinidade (0,8 dS m⁻¹).

Para a variável, número de folhas, observou-se comportamento linear decrescente em todos os genótipos, com reduções de 7,87%, 7,70%, 7,80%, 7,02%, 11,49%, 6,23%, 7,93% e 11,08% por aumento unitário da salinidade da água de irrigação, para os genótipos LCRSTC, TSKC x CTSW - 028, TSKC x CTSW - 033, TSKC x CTSW - 041, LVK x LCR - 038, TSKFL e TSKC e LRF, respectivamente (Figura 9). Nota-se maior decréscimo com o aumento da salinidade em LVK x LCR-038 (36,77%) e no limoeiro ‘Rugoso da Flórida’ (35,46%), conforme Figura 9E e 9H.

Em condições de estresse salino, é comum a ocorrência de alterações morfológicas e anatômicas nas plantas, que refletem na diminuição da transpiração como alternativa para manter a baixa absorção de água salina e essas adaptações provocam redução da área foliar e abscisão foliar, ambas relacionadas ao estresse osmótico. Devido ao acúmulo de ácido abscísico, induzido pelas condições de estresse, tanto hídrico quanto salino, ocorre inibição da divisão celular e conseqüente redução da área foliar, já a abscisão foliar ocorre em função da síntese de etileno que é elevada em plantas expostas aos referidos estresses (ZHU, 2001; TAIZ; ZEIGER, 2009; OLIVEIRA et al., 2010). Diante destas informações, ressalta-se que o estresse salino, na fase de formação de ‘cavalinho’ de citros até 120 DAS afeta a formação de folhas, o que pôde ser visto visualmente durante a condução do trabalho, já que não ocorreu abscisão foliar.

Figura 9 - Número de folhas em função da salinidade da água de irrigação, aos 120 dias após a semeadura, relativo aos diferentes genótipos de citros estudados. Pombal-PB, 2013.



LCRSTC: limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*Citrus limonia* Osbeck); TSKC: tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum; CTSW: citrumelo Swingle [*C. paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.]; LVK: limoeiro 'Volkameriano' (*C. volkameriana* V. Ten. & Pasq.); LCR: limoeiro 'Cravo'; TSKFL: tangerineira 'Sunki' seleção 'da Flórida'; LRF: limoeiro 'Rugoso' seleção 'da Flórida' (*C. jambhiri* Lusch.).

Percebe-se, com base no menor nível de salinidade, maior potencial para a produção de folhas nos genótipos TSKFL e TSKC, entretanto, com o incremento da salinidade, observaram-se as menores reduções no número de folhas em TSKFL (19,94%), seguido de TSKC x CTSW - 041 (22,46%), TSKC x CTSW - 028 (24,25%) e TSKC x CTSW - 033 (24,97%), apesar de os híbridos não expressarem grande potencial para a produção de folhas (Figura 9).

Nascimento et al. (2012a), avaliando o efeito do estresse hídrico na formação de porta-enxertos cítricos, verificaram no híbrido TSKC x CTARG - 019 a menor redução no número de folhas e Suassuna et al. (2012), estudando porta-enxertos de citros nas mesmas condições do trabalho de Nascimento et al. (2012a), observaram menor decréscimo da fitomassa das folhas em TSKFL x CTTR - 017. Considerando que o estresse hídrico é parte do estresse salino, logo pode-se dizer que esses resultados são semelhantes aos obtidos neste trabalho, no qual notaram-se as menores reduções no número de folhas em TSKFL e nos híbridos da tangerineira 'Sunki Comum' com o citrumelo 'Swingle' que, segundo Brito et al. (2008), estão relacionados ao vigor híbrido referente ao cruzamento.

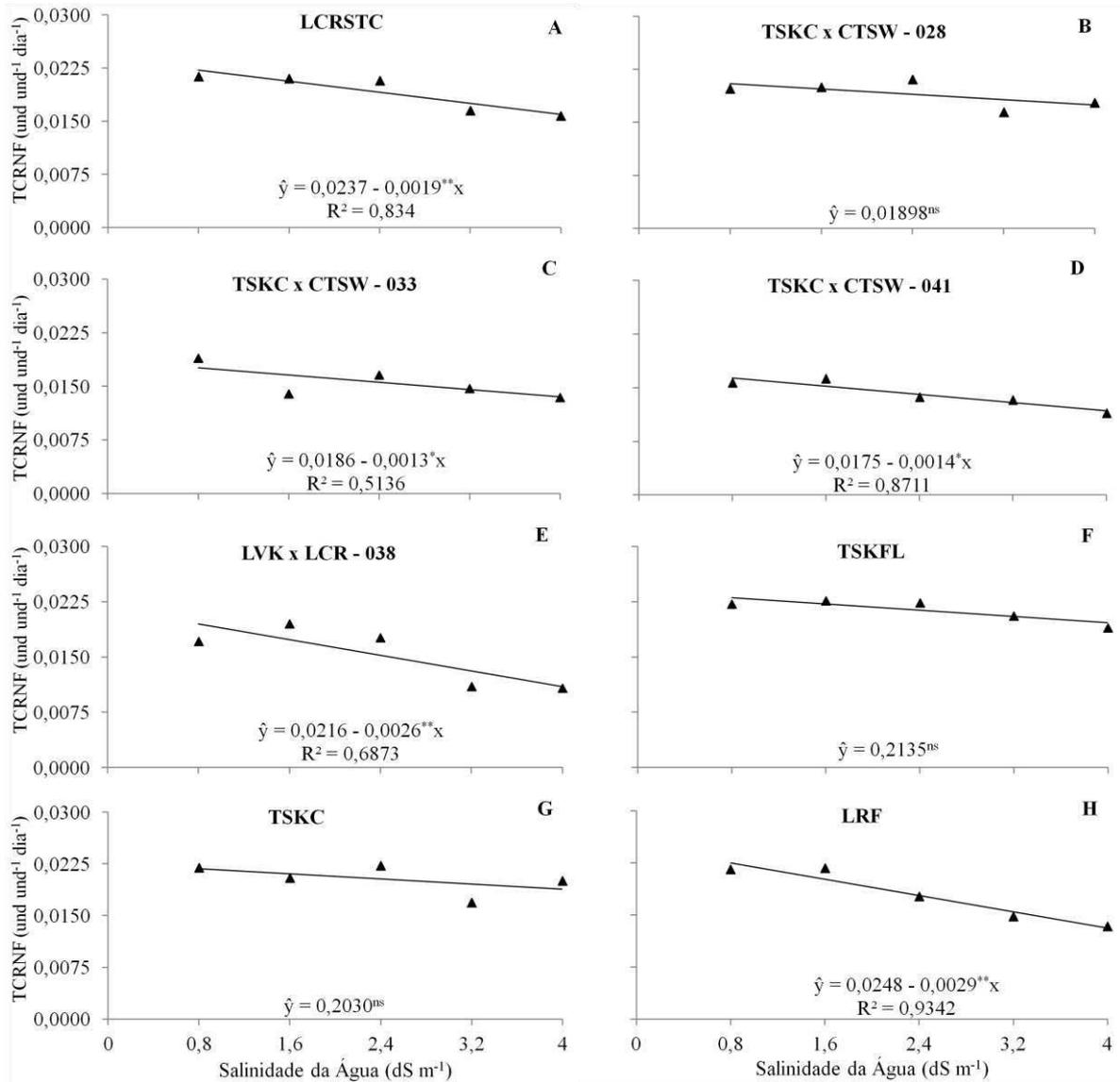
A taxa de crescimento relativo em número de folhas (TCRNF) foi reduzida, linearmente, com o incremento da salinidade na água de irrigação nos genótipos LCRSTC, TSKC x CTSW - 033, TSKC x CTSW - 041, LVK x LCR - 038 e LRF. Conforme equações de regressão, verificam-se decréscimos de 8,57%, 7,40%, 8,55%, 13,32% e 12,90%, respectivamente, por aumento unitário da CE_a (Figura 10).

A TCRNF não diferiu, estatisticamente, entre os níveis de salinidade para o híbrido TSKC x CTSW - 028 e para as tangerineiras 'Sunki da Flórida' e 'Sunki Comum'; entretanto, observa-se declínio da TCRNF com o aumento da salinidade na água de irrigação nesses genótipos. Quando se comparam os dados das plantas irrigadas com água de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ em relação às submetidas a $0,8 \text{ dS m}^{-1}$, observa-se que o híbrido LVK x LCR - 038 (42,62%) foi o mais afetado quanto a TCRNF pelo aumento da salinidade e TSKC (8,78%) foi o menos influenciado (Figura 10).

O estresse osmótico tem efeito imediato sobre o crescimento das plantas e exerce maior influência sobre as taxas de crescimento do que o estresse iônico. Em decorrência do efeito osmótico há uma diminuição na taxa de crescimento da área foliar ao longo do tempo. A velocidade com que as folhas se expandem é reduzida e as novas surgem mais lentamente, os ramos laterais, também, crescem mais devagar e se formam em menor proporção (MUNNS; TESTER, 2008), o que foi confirmado pelos resultados obtidos neste trabalho.

Redução no número de folhas, em genótipos de citros, em função do aumento da concentração de sais na água de irrigação, foi observado por Anjum (2008), Rebequi et al. (2010) e Fernandes et al. (2011), segundo os quais o aumento da salinidade não ocasionou queda de folhas, constatando-se ser a redução decorrente da formação de folhas em si, assim como neste trabalho.

Figura 10 - Taxa de crescimento relativo em número de folhas (TCRNF) em função da salinidade da água de irrigação, entre os 60 e 120 dias após a semeadura, relativa aos diferentes genótipos de citros estudados. Pombal-PB, 2013.



LCRSTC: limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*Citrus limonia* Osbeck); TSKC: tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum; CTSW: citrumelo Swingle [*C. paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.]; LVK: limoeiro 'Volkameriano' (*C. volkameriana* V. Ten. & Pasq.); LCR: limoeiro 'Cravo'; TSKFL: tangerineira 'Sunki' seleção 'da Flórida'; LRF: limoeiro 'Rugoso' seleção 'da Flórida' (*C. jambhiri* Lusch.).

5.3 TROCAS GASOSAS

Ocorreu diferença significativa entre os genótipos ($p < 0,01$) para as variáveis: concentração intercelular de CO₂ (C_i), condutância estomática (g_s), transpiração (E), fotossíntese (A), eficiência intrínseca no uso da água ($EIUA$) e a eficiência instantânea da

carboxilação (EIC_i) em todos os períodos de avaliação (Tabela 2).

A fonte de variação, salinidade da água de irrigação não influenciou, significativamente, C_i , gs e E , aos 61 DAS, 24 horas após o início das irrigações com águas salinas, já para as variáveis A , $EIUA$ e EIC_i , no mesmo período, observaram-se diferenças estatísticas ($p < 0,01$), conforme Tabela 2. Aos 75 e 90 DAS nota-se o efeito significativo da salinidade sobre todas as variáveis, com exceção da C_i e da $EIUA$ (Tabela 2). Dessa forma, verifica-se que o estresse foi estabelecido pouco tempo depois do início das aplicações dos tratamentos com salinidade, estendendo-se até os 90 DAS, de forma mais acentuada, visto que nas avaliações realizadas aos 120 DAS, excetuando-se E , não houve efeito significativo da salinidade sobre as variáveis (Tabela 2).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para a concentração interna de CO_2 (C_i), condutância estomática (gs), transpiração (E), fotossíntese (A), eficiência intrínseca no uso da água ($EIUA$) e eficiência instantânea da carboxilação (EIC_i), aos 61, 75, 90 e 120 dias após a semeadura (DAS), de genótipos de citros em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. Pombal-PB, 2013.

Quadrados Médios								
Variável	Período (DAS)	Genótipo (G)	Salinidade (S)	G x S	Bloco	Erro	Média	CV (%)
C_i	61	1713,98**	450,48 ^{ns}	639,42**	2548,23**	255,50	313,46	5,10
	75	1391,58**	691,66**	511,48**	246,27 ^{ns}	127,04	257,96	4,37
	90	1170,86**	669,40 ^{ns}	948,51**	3017,07**	357,07	255,24	7,40
	120	1524,49**	125,69 ^{ns}	734,15**	714,26 ^{ns}	359,78	248,96	7,62
gs	61	0,0233**	0,0037 ^{ns}	0,0031 ^{ns}	0,0166**	0,0024	0,162	30,22
	75	0,0138**	0,0084**	0,0019**	0,0040**	0,0007	0,113	23,37
	90	0,0058**	0,0036*	0,0008 ^{ns}	0,0044*	0,001	0,102	31,42
	120	0,0072**	0,0010 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	0,0014 ^{ns}	0,0005	0,07	31,5
E	61	0,5179**	0,0852 ^{ns}	0,0461 ^{ns}	0,0494 ^{ns}	0,0412	1,367	14,84
	75	2,2467**	2,1912**	0,3849**	2,3945**	0,1712	2,158	19,17
	90	0,9960**	0,9630**	0,1932 ^{ns}	0,8953*	0,2103	2,147	21,36
	120	1,1522**	0,2797*	0,1911*	0,0616 ^{ns}	0,1062	1,422	22,93
A	61	4,7186**	7,3107**	2,5604**	0,1900 ^{ns}	0,6225	4,512	17,49
	75	24,289**	11,958**	4,1843**	0,4170 ^{ns}	0,9855	5,639	17,60
	90	30,298**	11,712**	2,2608 ^{ns}	2,9935 ^{ns}	1,4510	5,425	22,21
	120	19,848**	3,8035 ^{ns}	2,0998 ^{ns}	3,2449 ^{ns}	1,5613	4,422	28,25
$EIUA$	61	1,7401**	2,1345**	1,4015**	0,6682 ^{ns}	0,3912	3,350	18,67
	75	0,4233**	0,1298 ^{ns}	0,3613**	3,5247**	0,1047	2,645	12,23
	90	3,6397**	0,6597*	0,2713 ^{ns}	2,8168**	0,2436	2,532	19,49
	120	1,4076**	0,2545 ^{ns}	0,4998**	1,3241**	0,1533	3,094	12,65
EIC_i	61	0,00005**	0,00009**	0,00004**	0,00001 ^{ns}	0,000009	0,015	20,14
	75	0,00042**	0,00016**	0,00008**	0,00001 ^{ns}	0,00002	0,022	19,00
	90	0,00056**	0,00023**	0,00006**	0,000007 ^{ns}	0,00003	0,022	23,46
	120	0,00032**	0,00006 ^{ns}	0,00005 ^{ns}	0,00003 ^{ns}	0,00003	0,018	30,56
Grau de Liberdade		7	4	28	2	78	-	-

ns = não significativo; * e ** significativos aos níveis de 5 % e 1 %, respectivamente; CV = Coeficiente de variação.

Com relação à interação G x S (Tabela 2), observaram-se efeitos diferentes em cada variável. Para C_i , houve efeito significativo entre G x S ($p < 0,01$) em todos os períodos; para g_s , a interação foi significativa apenas aos 75 DAS; em relação a E , verificou-se interação aos 75 ($p < 0,01$) e 120 DAS ($p < 0,05$); já para A , notou-se diferença estatística aos 61 e 75 DAS ($p < 0,01$); para as variáveis $EUIA$ e EIC_i , a interação não foi significativa apenas aos 90 e 120 DAS, respectivamente. Essas diferenças podem estar relacionados ao fato de que os porta-enxertos de citros diferem quanto à capacidade de excluir íons tóxicos, principalmente, cloro e sódio, e, conseqüentemente, a tolerância à salinidade é diferenciada (AYERS e WESCOT, 1999).

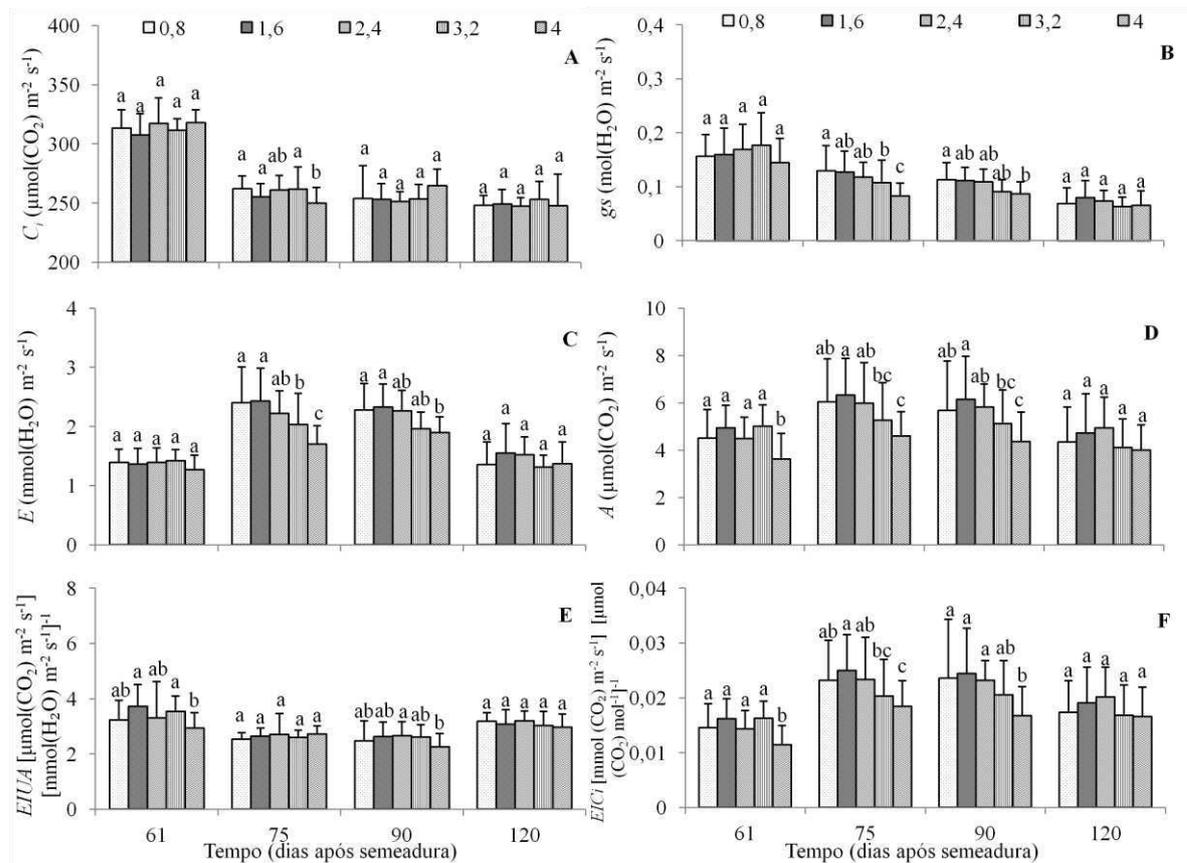
Tendo em vista a variabilidade da ocorrência de efeito significativo da salinidade entre as variáveis de trocas gasosas nos período de avaliação, primeiramente, far-se-á uma análise do efeito da salinidade em cada período conforme a variável (Figura 11). Sendo assim, avaliando-se a C_i , notam-se aos 61 DAS maiores valores, em torno de $313,46 \mu\text{mol}(\text{CO}_2) \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, sendo verificadas reduções nos demais períodos, chegando a $248,96 \mu\text{mol}(\text{CO}_2) \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ aos 120 DAS (Figura 11A). Acredita-se que valores mais altos de C_i aos 61 DAS estão relacionados com a idade dos *seedlings*, pois, as mesmas são plântulas e, provavelmente, não realizam fotossíntese eficientemente.

Com relação à condutância estomática, verificaram-se maiores valores aos 61 DAS, 24 horas após o início das aplicações com águas salinizadas, sendo observada redução da mesma ao longo do tempo. A primeira resposta da planta a salinidade é a diminuição na abertura dos estômatos, que é induzida pelo efeito osmótico, e como consequência do fechamento dos estômatos, ocorre diminuição na capacidade do mesófilo para assimilar CO_2 (MUNS; TESTER, 2008; TAIZ; ZEIGER, 2009). Entretanto, de acordo com Hussain et al. (2012), o acúmulo de sais na folha também afeta, de forma significativa, processos essenciais para a sobrevivência das plantas, incluindo a g_s . Ademais, ocorreu maior diferenciação entre os tratamentos aos 75 DAS, embora tenham ocorrido diferenças aos 90 DAS.

Ainda considerando a Figura 11, nota-se comportamento semelhante nas variáveis E , A e EIC_i , verificando-se maiores valores aos 75 e 90 DAS e menores aos 61 e 120 DAS, além de uma maior diferenciação entre os níveis de salinidade naqueles períodos. Redução nas taxas de E , A e EIC_i aos 120 DAS, pode ser atribuída ao efeito do tamanho do recipiente, que nesse período podia estar limitando o crescimento dos *seedlings*. Em concordância a esses resultados, Setin e Carvalho (2011) observaram maiores valores em altura de planta, número de folhas e diâmetro do caule em mudas cítricas cultivadas em tubetes de $0,25 \text{ dm}^3$ em relação

às cultivadas em tubetes de $0,05 \text{ dm}^3$. Já para *EIUA*, observaram-se valores mais altos aos 61 e 120 DAS e mais baixos aos 75 e 90 DAS.

Figura 11 - Concentração interna de CO_2 (C_i), condutância estomática (g_s), transpiração (E), fotossíntese (A), eficiência intrínseca no uso da água (*EIUA*) e eficiência instantânea da carboxilação (E/C_i), aos 61, 75, 90 e 120 dias após a semeadura, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação com as médias dos genótipos de citros. Pombal-PB, 2013.

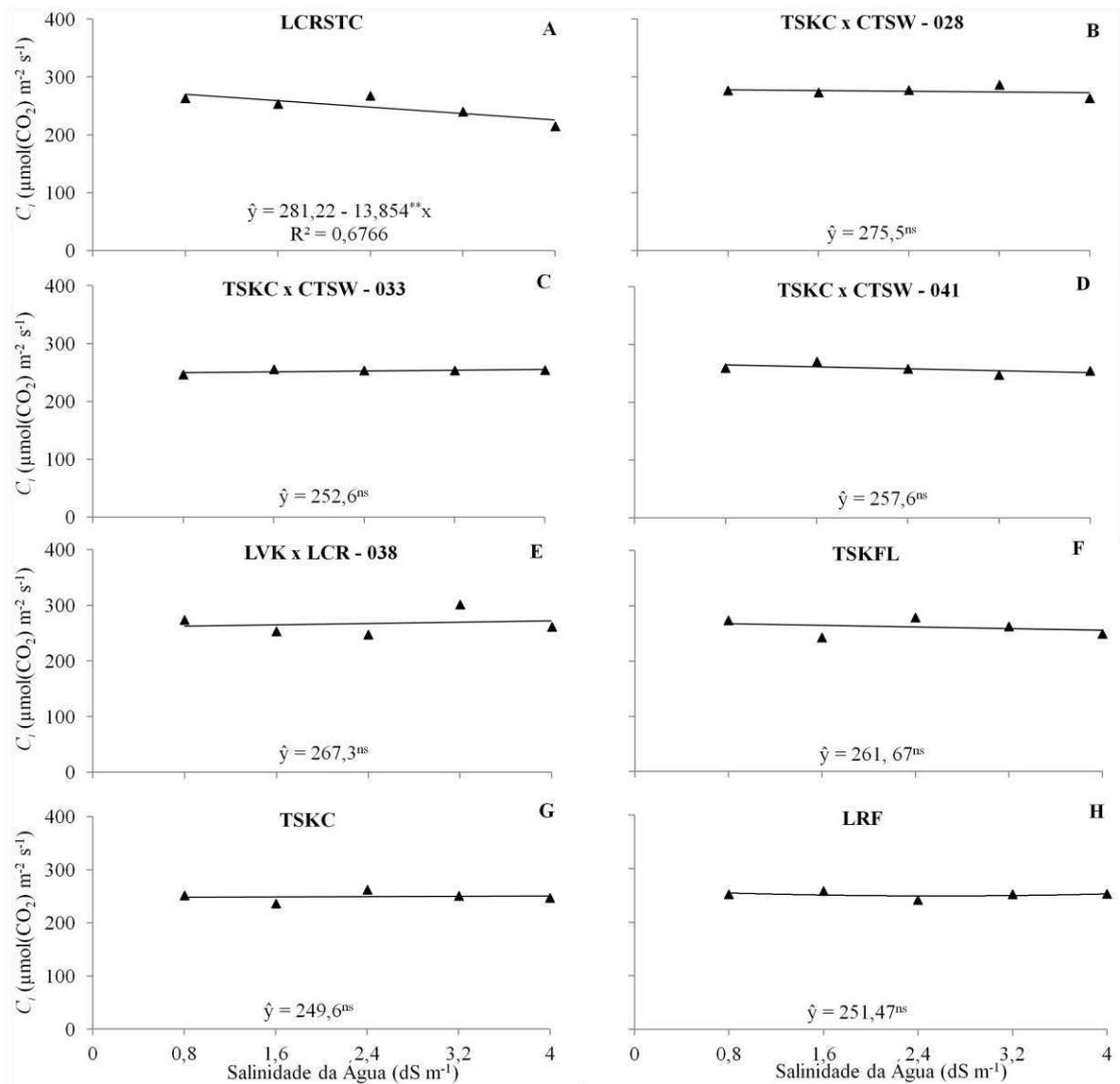


De forma geral, ressalta-se que a maior diferenciação entre os níveis de salinidade, quanto às trocas gasosas, ocorreu aos 75 DAS e que os níveis de salinidade 0,8, 1,6 e 2,4 dS m^{-1} foram os menos prejudiciais às plantas; os níveis mais elevados (3,2 e 4 dS m^{-1}) provocaram decréscimos em todas as variáveis, excetuando-se a *EIUA*. Dessa forma, o estudo da regressão nas trocas gasosas será realizado apenas aos 75 DAS, em virtude dessa diferenciação entre os níveis de salinidade (Figura 11).

Assim, observou-se que o aumento da salinidade na água de irrigação exerceu influência significativa sobre a variável concentração interna de CO_2 apenas no limoeiro 'Cravo Santa Cruz', observando-se comportamento linear e decrescente com redução de

5,13% por aumento unitário da CE_a da água de irrigação, o que corresponde a um decréscimo de 16,41% quando se comparam plantas irrigadas com o menor nível ($0,8 \text{ dS m}^{-1}$) de salinidade com as submetidas ao tratamento mais ($4,0 \text{ dS m}^{-1}$), conforme Figura 12A.

Figura 12 - Concentração interna de CO_2 em função da salinidade da água de irrigação, aos 75 dias após a semeadura, relativa aos diferentes genótipos de citros estudados. Pombal-PB, 2013.



LCRSTC: limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*Citrus limonia* Osbeck); TSKC: tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum; CTSW: citrumelo Swingle [*C. paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.]; LVK: limoeiro 'Volkameriano' (*C. volkameriana* V. Ten. & Pasq.); LCR: limoeiro 'Cravo'; TSKFL: tangerineira 'Sunki' seleção 'da Flórida'; LRF: limoeiro 'Rugoso' seleção 'da Flórida' (*C. jambhiri* Lusch.).

Nos híbridos TSKC x CTSW 028, 033, 041, no LVK x LCR - 038, nas tangerineiras 'Sunki da Flórida' e 'Sunki Comum' e no limoeiro 'Rugoso da Flórida' não houve efeito da salinidade sobre variável C_i . Contudo, nota-se tendência ao comportamento linear e

decrecente nos genótipos TSKC x CTSW - 028, TSKC x CTSW - 041, LVK x LCR - 038, TSKFL e TSKC, com reduções de 4,81%, 2,05%, 4,39%, 8,88% e 1,85%, respectivamente, ao se comparar os valores do menor com o maior nível de salinidade da água de irrigação (Figura 12). No TSKC x CTSW - 033 e no limoeiro ‘Rugoso da Flórida’ não houve redução da C_i , ou seja, a disponibilidade de CO_2 para a planta não foi limitada pelo incremento da salinidade, nesses genótipos.

A C_i variou entre 215 e 301,5 $\mu\text{mol}(\text{CO}_2) \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, sendo observado maior valor em LVK x LCR - 038. Pode-se concluir que o estresse salino aplicado não prejudicou o acúmulo de CO_2 na câmara subestomática dos genótipos estudados, pois, segundo Medina et al. (2005), os valores da C_i em citros estão em torno de 200 a 250 $\mu\text{mol}(\text{CO}_2) \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Brito et al. (2012), estudando o comportamento de combinações copa/porta-enxerto sob condições de estresse hídrico, encontraram valores que variaram de 222,9 a 258,35 $\mu\text{mol}(\text{CO}_2) \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, que são próximos aos descritos neste trabalho. Todavia, valores superiores a 300 $\mu\text{mol}(\text{CO}_2) \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ podem significar baixo uso do substrato para realização da fotossíntese.

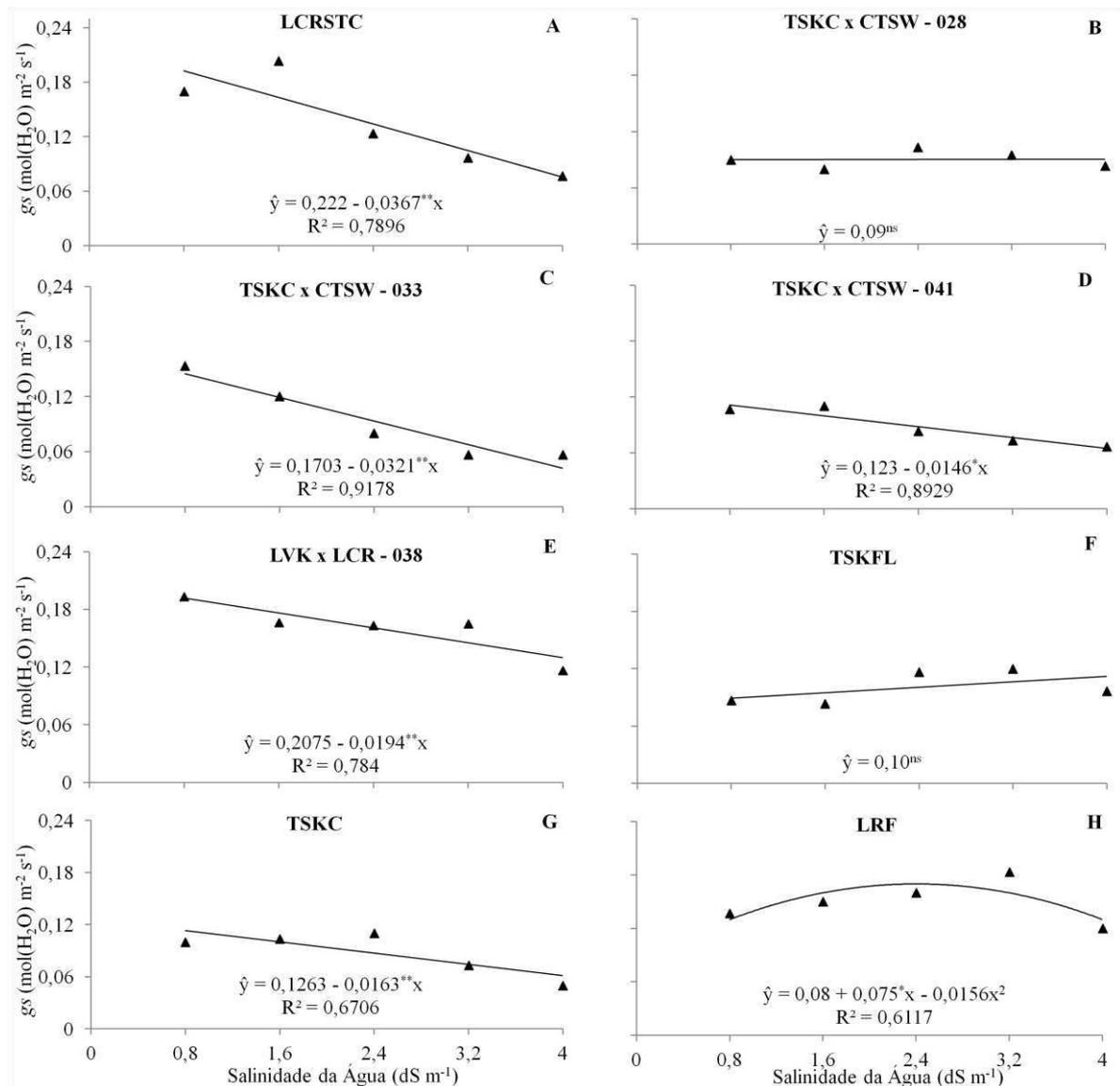
O aumento da salinidade da água de irrigação não promoveu efeito significativo sobre a condutância estomática no híbrido TSKC x CTSW - 028 e na tangerineira ‘Sunki da Flórida’ (Figura 13B e 13F), todavia, embora não tenha sido significativo, nota-se, conforme os dados, uma redução de 7,41% com o aumento unitário da CE_a da água de irrigação no primeiro genótipo.

Com relação ao LCRSTC, TSKC x CTSW 033 e 041, LVK x LCR - 038 e TSKC, observou-se comportamento linear e decrescente com redução de 19,05%, 22,20%, 13,12%, 10,11% e 14,39% por aumento unitário da salinidade da água de irrigação, o que corresponde a um decréscimo de 60,96%, 71,03%, 41,97%, 32,34% e 46,05%, respectivamente, das plantas irrigadas com água de 4,0 dS m^{-1} em relação as irrigadas com 0,8 dS m^{-1} (Figura 13). Já para o limoeiro ‘Rugoso da Flórida’, observou-se comportamento quadrático, com maior condutância estomática em plantas irrigadas com água de 2,4 dS m^{-1} ; comparando-se o valor obtido nesta salinidade com o do maior nível de salinidade da água (4 dS m^{-1}), nota-se redução de 23,36% para este genótipo (Figura 13). De acordo com Hussain et al. (2012), os efeitos primários da salinidade em plantas cítricas são a diminuição da condutância estomática levando à redução da difusão de CO_2 para a planta e, conseqüentemente, a taxa de fotossíntese líquida, o que é confirmado por Magalhães Filho et al. (2008), relatando que o fechamento dos estômatos ocorre devido à desidratação das células-guardas, ou por resposta hormonal, conforme foi observado nesses genótipos.

Redução da condutância estomática de porta-enxertos de citros em função do aumento

da salinidade da água foi observada por López-Climent et al. (2008) nos porta-enxertos, citrumelo ‘Swingle’, citrange C35, tangerineira ‘Cleópatra’, citrandarin FA5 (*C. reshni* hort. ex Tanaka x *P. trifoliata* L. Raf.) e citrange ‘Carrizo’ irrigadas com solução nutritiva acrescida de 60 mM de NaCl. Igualmente, Anjum (2008) relata diminuição progressiva da condutância estomática em mudas de tangerineira ‘Cleópatra’ e do citrange ‘Troyer’ submetidos a irrigações com soluções de 40 e 80 mM de NaCl.

Figura 13 - Condutância estomática em função da salinidade da água de irrigação, aos 75 dias após a semeadura, relativa aos diferentes genótipos de citros estudados. Pombal-PB, 2013.



LCRSTC: limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ (*Citrus limonia* Osbeck); TSKC: tangerineira ‘Sunki’ [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum; CTSW: citrumelo Swingle [*C. paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.]; LVK: limoeiro ‘Volkameriano’ (*C. volkameriana* V. Ten. & Pasq.); LCR: limoeiro ‘Cravo’; TSKFL: tangerineira ‘Sunki’ seleção ‘da Flórida’; LRF: limoeiro ‘Rugoso’ seleção ‘da Flórida’ (*C. jambhiri* Lusch.).

A condutância estomática variou de 0,05 a 0,20 mol(H₂O) m⁻² s⁻¹, sendo esses valores observados em plantas irrigadas com água de CE_a de 4,0 e 1,6 dS m⁻¹, respectivamente. De acordo com Medina et al. (2005), a *gs* para a cultura varia de 0,1 a 0,3 mol m⁻² s⁻¹, dessa forma, percebe-se que os níveis mais altos de salinidade induziram redução nessa variável para todos os genótipos, com exceção do TSKFL, em que não foi observado decréscimo.

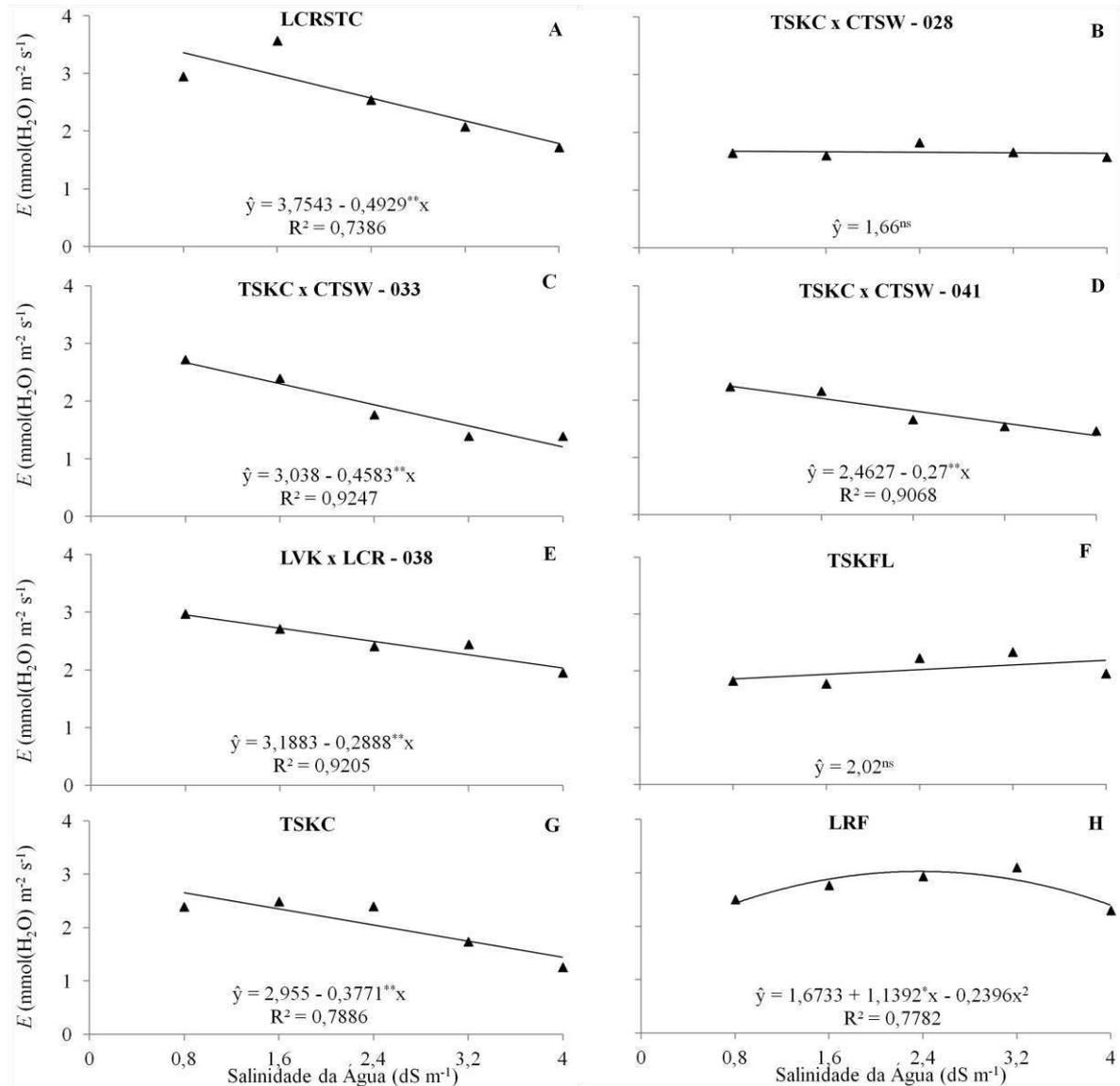
Para transpiração, verificaram-se, pelas equações de regressão, comportamento linear e decrescente nos genótipos LCRSTC, TSKC x CTSW 033 e 041, LVK x LCR - 038 e TSKC, com reduções de 14,67%, 17,16%, 12,02%, 9,77% e 14,21% por aumento unitário da CE_a, o que equivale a uma redução de 46,94%, 54,9%, 38,46%, 31,25% e 45,48%, quando se comparam valores do menor com o maior nível de salinidade da água de irrigação (Figura 14).

No limoeiro ‘Rugoso da Flórida’, constatou-se comportamento quadrático com maior taxa de transpiração em plantas submetidas à aplicação de água com CE de 2,38 dS m⁻¹, obtendo-se redução de 20,84%, entre o nível de máximo (2,38 dS m⁻¹) e o maior nível de salinidade da água aplicada (4,0 dS m⁻¹), conforme Figura 14H.

A taxa de transpiração não diferiu estatisticamente para os genótipos TSKC x CTSW - 028 e TSKFL, entretanto, observou-se redução de 4,46% apenas para o TSKC x CTSW - 028 (Figura 14B e 14F), denotando o potencial da tangerineira ‘Sunki da Flórida’ como porta-enxerto tolerante à salinidade.

No geral, verificou-se que os genótipos que alcançaram maiores taxas de transpiração, também apresentaram maior condutância estomática, ou seja, maiores valores nas trocas gasosas estão relacionados com maiores valores na *gs*, tal como observado por Magalhães Filho et al. (2008) e Brito et al. (2012).

Figura 14 - Transpiração em função da salinidade da água de irrigação, aos 75 dias após a semeadura, relativa aos diferentes genótipos de citros estudados. Pombal-PB, 2013.

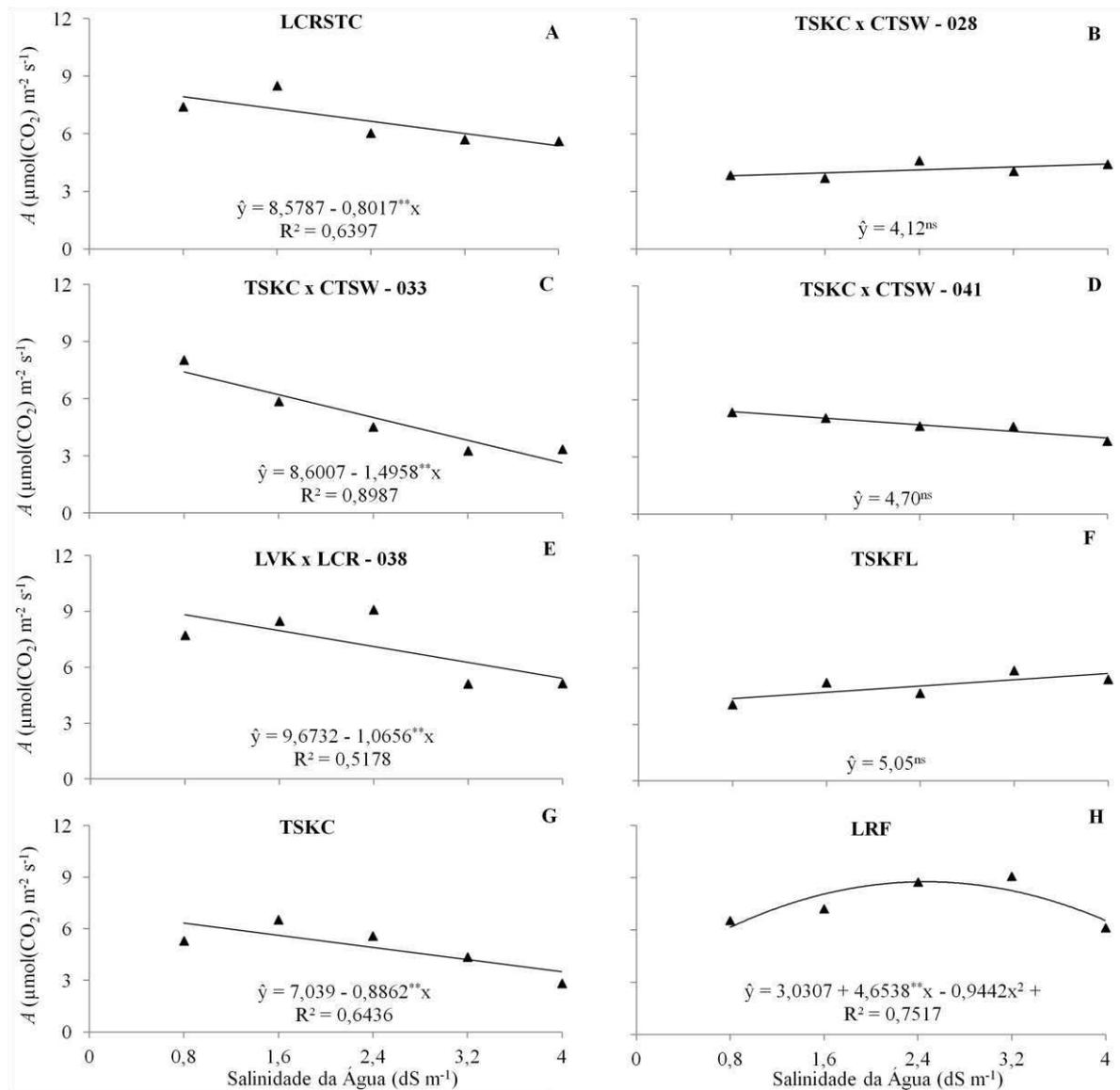


LCRSTC: limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*Citrus limonia* Osbeck); TSKC: tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum; CTSW: citrumele Swingle [*C. paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.]; LVK: limoeiro 'Volkameriano' (*C. volkameriana* V. Ten. & Pasq.); LCR: limoeiro 'Cravo'; TSKFL: tangerineira 'Sunki' seleção 'da Flórida'; LRF: limoeiro 'Rugoso' seleção 'da Flórida' (*C. jambhiri* Lusch.).

Condições favoráveis à perda de água, a exemplo do estresse salino, provocam redução na g_s como forma de minimizar a perda de água para a atmosfera por meio da transpiração, entretanto, esses processos também favorecem a redução na taxa de assimilação de CO₂ (MEDINA et al., 2005; MAGALHÃES FILHO et al., 2008), assim como identificado neste trabalho, em que a taxa fotossintética variou de 2,83 a 9,1 $\mu\text{mol}(\text{CO}_2) \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Figura 15), ficando abaixo da faixa considerada normal para a cultura, 4 a 10 $\mu\text{mol}(\text{CO}_2) \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$

(MEDINA et al., 2005). Porém, Anjum (2008) relatou valores que variaram de 1,5 a 8,5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e Hussain et al. (2012) apresentaram valores que vão de 1 a 8 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, ambos trabalhando com genótipos de citros submetidos a níveis crescente de salinidade da água; todavia, os menores valores evidenciados neste trabalho estão relacionados ao estresse salino ao qual as plantas foram submetidas, principalmente em alguns genótipos, como será discutido.

Figura 15 - Fotossíntese em função da salinidade da água de irrigação, aos 75 dias após a semeadura, relativa aos diferentes genótipos de citros estudados. Pombal-PB, 2013.



LCRSTC: limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*Citrus limonia* Osbeck); TSKC: tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum; CTSW: citrumelo Swingle [*C. paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.]; LVK: limoeiro 'Volkameriano' (*C. volkameriana* V. Ten. & Pasq.); LCR: limoeiro 'Cravo'; TSKFL: tangerineira 'Sunki' seleção 'da Flórida'; LRF: limoeiro 'Rugoso' seleção 'da Flórida' (*C. jambhiri* Lusch.).

O incremento da salinidade na água de irrigação não influenciou a fotossíntese nos genótipos TSKC x CTSW 028 e 041 e na tangerineira ‘Sunki da Flórida’, desses, apenas o híbrido TSKC x CTSW - 041 demonstrou tendência ao comportamento linear e decrescente com redução de 28,35% quando são comparados os valores do menor com os do maior nível de salinidade da água de irrigação (Figura 15B, 15D e 15F), apresentando coerência dos resultados e mostrando a tendência de manutenção do potencial de trocas gasosas da TSKFL, mesmo sob condições de estresse salino.

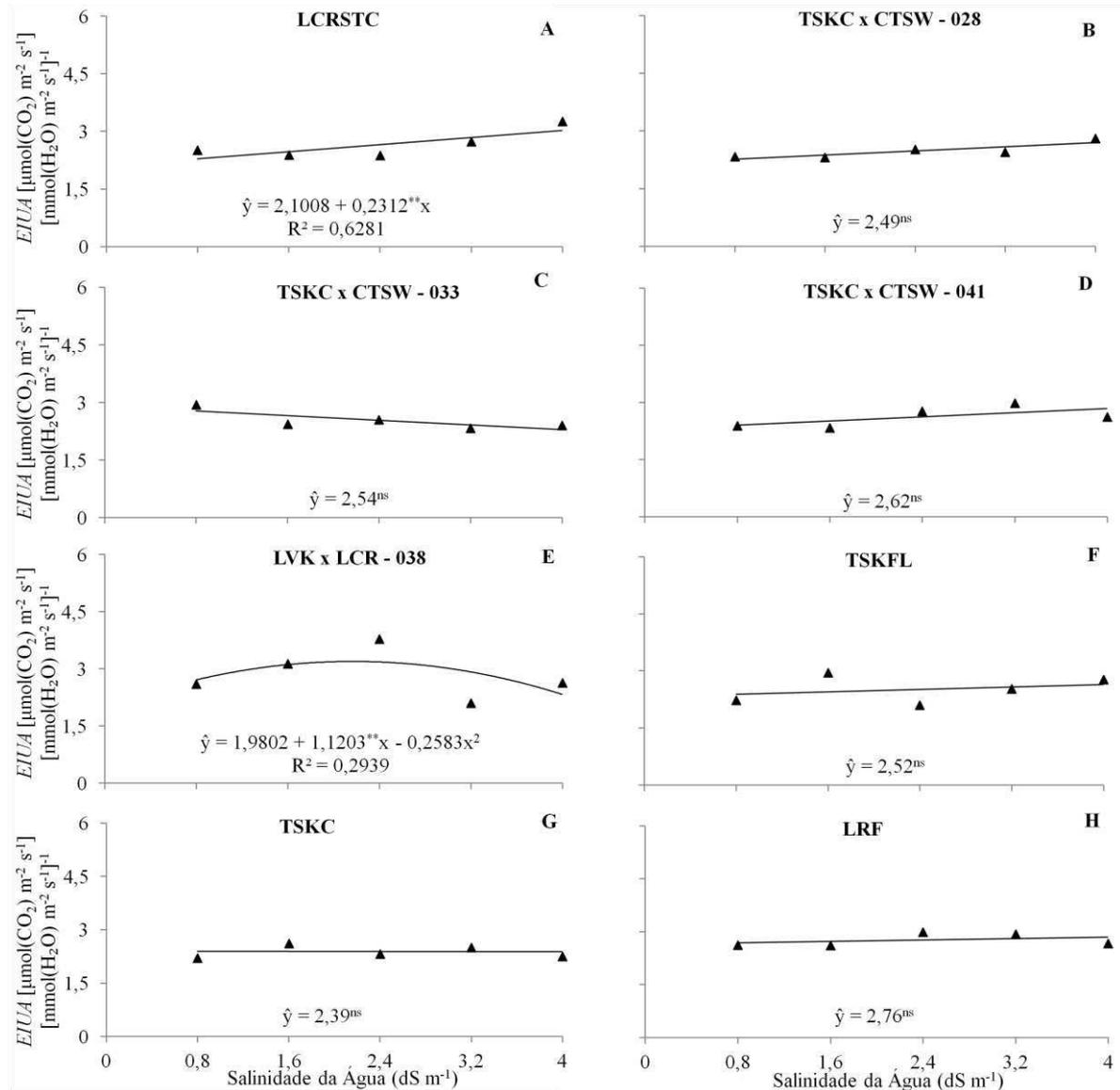
Os genótipos limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, TSKC x CTSW - 033, LVK x LCR - 038 e a tangerineira ‘Sunki Comum’ apresentaram comportamento linear e decrescente com reduções de 10,10%, 20,20%, 12,08% e 14,00%, respectivamente, por aumento unitário da CE_a e decréscimos de 32,32%, 64,65%, 38,66% e 44,8% quando se compara os dados das plantas irrigadas com 4,0 dS m⁻¹ com os obtidos no menor nível de salinidade (Figura 15).

Já no limoeiro ‘Rugoso da Flórida’, verificou-se comportamento quadrático com maior fotossíntese em plantas submetidas a irrigações com água de CE de 2,46 dS m⁻¹, observando-se redução de 25,4%, entre o nível de máximo (2,46 dS m⁻¹) e o de maior salinidade da água (4,0 dS m⁻¹), conforme Figura 15H, assim como identificado em outras variáveis, o que permite pré-dizer que irrigação com águas de 2,4 dS m⁻¹ pode ser usada neste genótipo, sem comprometer as trocas gasosas.

Dentre os oito genótipos estudados, verificou-se que o TSKC x CTSW - 033 teve a fotossíntese mais afetada pelo aumento da salinidade da água, obtendo um decréscimo de 64,65%, comportamento também observado na *E*, para a qual esse genótipo alcançou maior redução (54,9%). A transpiração e a fotossíntese, geralmente, apresentam a mesma tendência, visto que, a assimilação de CO₂ está associada à perda de água da planta para o ambiente (FERNANDES et al., 2010; ANDRADE JÚNIOR et al., 2011), como pode ser comprovado neste trabalho.

Com relação à eficiência intrínseca no uso da água, que representa a razão entre a quantidade de CO₂ assimilada e a de água transpirada pela planta, verifica-se influência da salinidade apenas em dois genótipos o LCRSTC e o LVK x LCR - 038 (Figura 16A e 16E). Para o LCRSTC, observou-se comportamento linear, sem redução da *EIUA*, e para o LVK x LCR - 038 foi quadrático com maior *EIUA* em plantas irrigadas com águas de CE de 2,16 dS m⁻¹, obtendo redução de 27,12% entre esta, e a maior salinidade da água (4,0 dS m⁻¹), sendo este, o genótipo mais afetado pela salinidade da água de irrigação, nesse parâmetro (Figura 16A e 16E).

Figura 16 - Eficiência intrínseca no uso da água em função da salinidade da água de irrigação, aos 75 dias após a semeadura, relativa aos diferentes genótipos de citros estudados. Pombal-PB, 2013.



LCRSTC: limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*Citrus limonia* Osbeck); TSKC: tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum; CTSW: citrumelo Swingle [*C. paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.]; LVK: limoeiro 'Volkameriano' (*C. volkameriana* V. Ten. & Pasq.); LCR: limoeiro 'Cravo'; TSKFL: tangerineira 'Sunki' seleção 'da Flórida'; LRF: limoeiro 'Rugoso' seleção 'da Flórida' (*C. jambhiri* Lusch.).

Para os demais genótipos, TSKC x CTSW 028, 033 e 041, TSKFL, TSKC e LRF, não houve efeito da salinidade na EIUA e destes, apenas, o híbrido TSKC x CTSW - 033 apresentou tendência ao comportamento linear decrescente, com redução de 18,41%; os demais não restringiram a EIUA, com o incremento da salinidade na água de irrigação (Figura 16).

Em condições iniciais de estresse, nas quais há redução na condutância estomática, a

eficiência no uso da água tende a aumentar, ou seja, a planta absorve mais CO_2 por unidade de água transpirada, pois, o fechamento estomático limita mais a transpiração do que a concentração intercelular de CO_2 , porém, em condições de estresse mais severo, há uma redução na eficiência no uso da água, devido à inibição da fotossíntese (TAIZ e ZEIGER, 2009), assim como foi observado neste trabalho, já que a C_i foi pouco influenciada pela salinidade, porém ocorreu redução na fotossíntese.

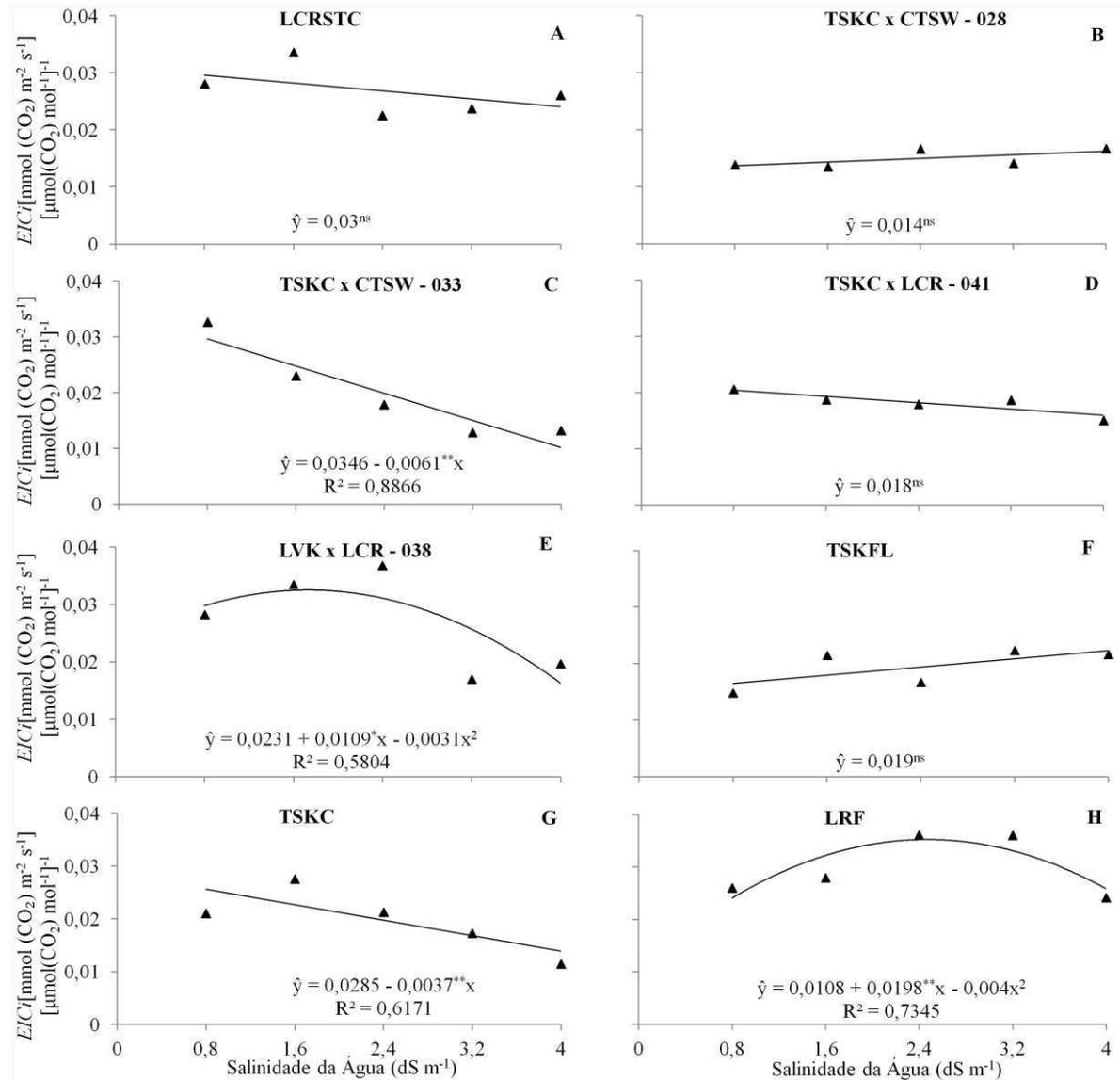
Para que a assimilação fotossintética ocorra, o CO_2 difunde-se da atmosfera até o cloroplasto no mesófilo da folha, no sítio de carboxilação da rubisco (rubilose-1,5-bisfosfato) (MEDINA et al., 2005; TAIZ e ZEIGER et al., 2009), dessa forma, a eficiência instantânea da carboxilação permite avaliar os fatores não estomáticos que estão afetando a fotossíntese, ou seja, mesmo na presença de CO_2 na câmara substomática, pode ocorrer redução na assimilação por fatores não estomáticos.

A eficiência instantânea da carboxilação, variável que permite avaliar a atividade bioquímica da fotossíntese, relacionada com a assimilação de CO_2 (TAIZ e ZEIGER, 2009) não foi afetada pela salinidade no limoeiro 'Cravo Santa Cruz', nos híbridos TSKC x CTSW 028 e 041 e na tangerineira 'Sunki da Flórida', todavia, observou-se tendência ao comportamento linear e decrescente em LCRSTC (7,11%) e TSKC x CTSW - 041 (26,84%), conforme Figura 17.

A EIC_i foi reduzida linearmente, pelo acréscimo da salinidade na água de irrigação, nos híbridos TSKC x CTSW - 033 e na TSKC, sendo assim, conforme equação de regressão, verificaram-se reduções de 20,52% e 14,49%, respectivamente, por aumento unitário da CE_a , correspondendo a reduções de 65,68% e 46,36%, respectivamente, quando se comparam os valores do menor com os do maior nível de salinidade da água de irrigação (Figura 17C e 17G).

Para o híbrido LVK x LCR - 038 e o limoeiro 'Rugoso da Flórida', o comportamento observado foi o quadrático, com maior eficiência da carboxilação em plantas irrigadas com 1,76 e 2,48 dS m^{-1} , respectivamente, e decréscimos de 47,68% e 26,35% entre o nível de máximo (1,76 e 2,48 dS m^{-1}) e o maior nível de salinidade da água (4,0 dS m^{-1}), conforme Figura 17E e 17H.

Figura 17 - Eficiência instantânea da carboxilação em função da salinidade da água de irrigação, aos 75 dias após a semeadura, relativa aos diferentes genótipos de citros estudados. Pombal-PB, 2013.



LCRSTC: limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ (*Citrus limonia* Osbeck); TSKC: tangerineira ‘Sunki’ [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum; CTSW: citrumelo Swingle [*C. paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.]; LVK: limoeiro ‘Volkameriano’ (*C. volkameriana* V. Ten. & Pasq.); LCR: limoeiro ‘Cravo’; TSKFL: tangerineira ‘Sunki’ seleção ‘da Flórida’; LRF: limoeiro ‘Rugoso’ seleção ‘da Flórida’ (*C. jambhiri* Lusch.).

Maiores reduções na EIC_i foram observadas nos genótipos TSKC x CTSW - 033 (65,68%), LVK x LCR - 038 (47,68%) e TSKC (46,36%), resultado esse relacionado aos menores valores de A observados nesses genótipos, já que a eficiência da carboxilação é calculada pela razão A/C_i e reduções em A proporcionam queda na EIC_i .

Os valores da EIC_i dos genótipos estudados variaram entre 0,011 e 0,037 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, apresentando maior valor o híbrido LVK x LCR - 038 e menor a tangerineira ‘Sunki Comum’. Medina et al. (2005) relatam valores de 0,0476 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ em laranja.

‘Pêra’ (*C. sinensis*) e Machado et al. (2010) valores em torno $0,045 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ em laranja ‘Valência’ (*C. sinensis*), entretanto, Brito et al. (2012), estudando combinações copa/porta-enxerto sob estresse hídrico em ambiente protegido na região semiárida, descreveram o valor de $0,0294 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ em plantas enxertadas com pomeleiro ‘Star Ruby’, atribuindo essa baixa EIC_i às condições climáticas do local e as características das combinações copa/porta-enxerto.

Além das condições climáticas, semelhantes às que Brito et al. (2012) desenvolveram seu trabalho, pode-se relacionar os baixos valores da eficiência instântanea da carboxilação, mas também, às características genéticas de cada genótipo.

5.4 FLUORESCÊNCIA DA CLOROFILA *a*

Ocorreu diferença significativa ($p < 0,01$) entre os genótipos quanto a fluorescência inicial (F_0), fluorescência máxima (F_m), fluorescência variável (F_v) e sobre a eficiência quântica fotoquímica máxima do Fotossistema II (F_v/F_m) em todos os períodos avaliados, 75, 90 e 120 DAS, com exceção da F_v/F_m aos 90 DAS, quando não se observaram diferenças estatísticas. Já o fator salinidade e a interação $G \times S$ não exerceram influência sobre as variáveis em nenhum período de estudo (Tabela 3). Verificou-se ainda efeito de bloco apenas sobre a F_0 em todos os períodos.

No processo fotossintético, as plantas absorvem luz através de pigmentos verdes localizados nos cloroplastos e transferem essa energia absorvida aos centros de reações dos Fotossistemas I e II por meio do complexo antena, que são moléculas pigmentadas (TAIZ; ZEIGER, 2009), entretanto, cada planta tem sua capacidade de transporte de elétrons e armazenamento da energia absorvida, sendo o excedente eliminado na forma de fluorescência, dissipação de energia por meio da luz e calor (MEDINA et al., 2005). Considerando-se que as diferenças foram entre os genótipos, pode-se dizer que a salinidade em plantas de citros não vem a afetar, durante os períodos de avaliação, a atividade da clorofila.

Através das avaliações da fluorescência da clorofila *a*, obtém-se informações sobre a eficiência quântica fotoquímica máxima do Fotossistema II, variável importante para indicar a capacidade de uma planta para tolerar estresses bióticos e abióticos, como também, a dimensão em que estes afetam seu aparato fotossintético (MAXWELL; JOHNSON, 2000; DIAS; MARENCO, 2007). Assim, diversos autores utilizaram-se de medições da fluorescência da clorofila *a* no estudo das alterações causadas por estresses aos mecanismos fotossintéticos das plantas, a exemplo de Anjum (2008), Cruz et al., (2009), Silva et al.

(2009), Magalhães Filho et al. (2009), Machado et al., (2010), Suassuna et al. (2011) e Hussain et al. (2012), todavia, neste trabalho, foi verificada diferença significativa apenas entre os genótipos.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância para a fluorescência inicial (F_0), fluorescência máxima (F_m), fluorescência variável (F_v) e eficiência quântica fotoquímica máxima do Fotossistema II (F_v/F_m), aos 75, 90 e 120 dias após a semeadura (DAS)(,) de genótipos de citros em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. Pombal-PB, 2013.

Quadrados Médios								
Variável	Período (DAS)	Genótipo (G)	Salinidade (S)	G x S	Bloco	Erro	Média	CV (%)
F_0	75	9164,51**	687,32 ^{ns}	1136,98 ^{ns}	1239,38 ^{ns}	1097,47	385,95	8,58
	90	19769,03**	3628,12 ^{ns}	7925,85 ^{ns}	4822,83 ^{ns}	5717,56	401,90	18,81
	120	17669,20**	1958,45 ^{ns}	5157,79 ^{ns}	12956,58 ^{ns}	4943,40	414,78	16,95
F_m	75	99530,93**	2736,15 ^{ns}	33053,00 ^{ns}	302280,83**	23454,12	2082,88	7,35
	90	250445,6*	98067,13 ^{ns}	64263,08 ^{ns}	536879,06**	107650,00	2062,16	15,91
	120	351467,8**	36811,05 ^{ns}	54323,48 ^{ns}	391963,66**	37252,26	2093,56	9,22
F_v	75	70549,96**	2073,60 ^{ns}	23773,10 ^{ns}	286606,46**	17963,15	1696,93	7,90
	90	227323,4*	104287,4 ^{ns}	70523,99 ^{ns}	611672,26**	95451,04	1660,26	18,61
	120	332438,1**	46980,51 ^{ns}	42613,94 ^{ns}	537998,16**	37377,19	1678,78	11,52
F_v/F_m	75	0,001334**	0,00010 ^{ns}	0,000076 ^{ns}	0,002166**	0,000167	0,81431	1,58
	90	0,006465 ^{ns}	0,004497 ^{ns}	0,004170 ^{ns}	0,014047*	0,003221	0,79892	7,10
	120	0,006254**	0,001173 ^{ns}	0,001015 ^{ns}	0,013265**	0,001488	0,79960	4,82
Grau de Liberdade		7	4	28	2	78	-	-

ns = não significativo; * e ** significativos aos níveis de 5 % e 1 %, respectivamente; CV = Coeficiente de variação.

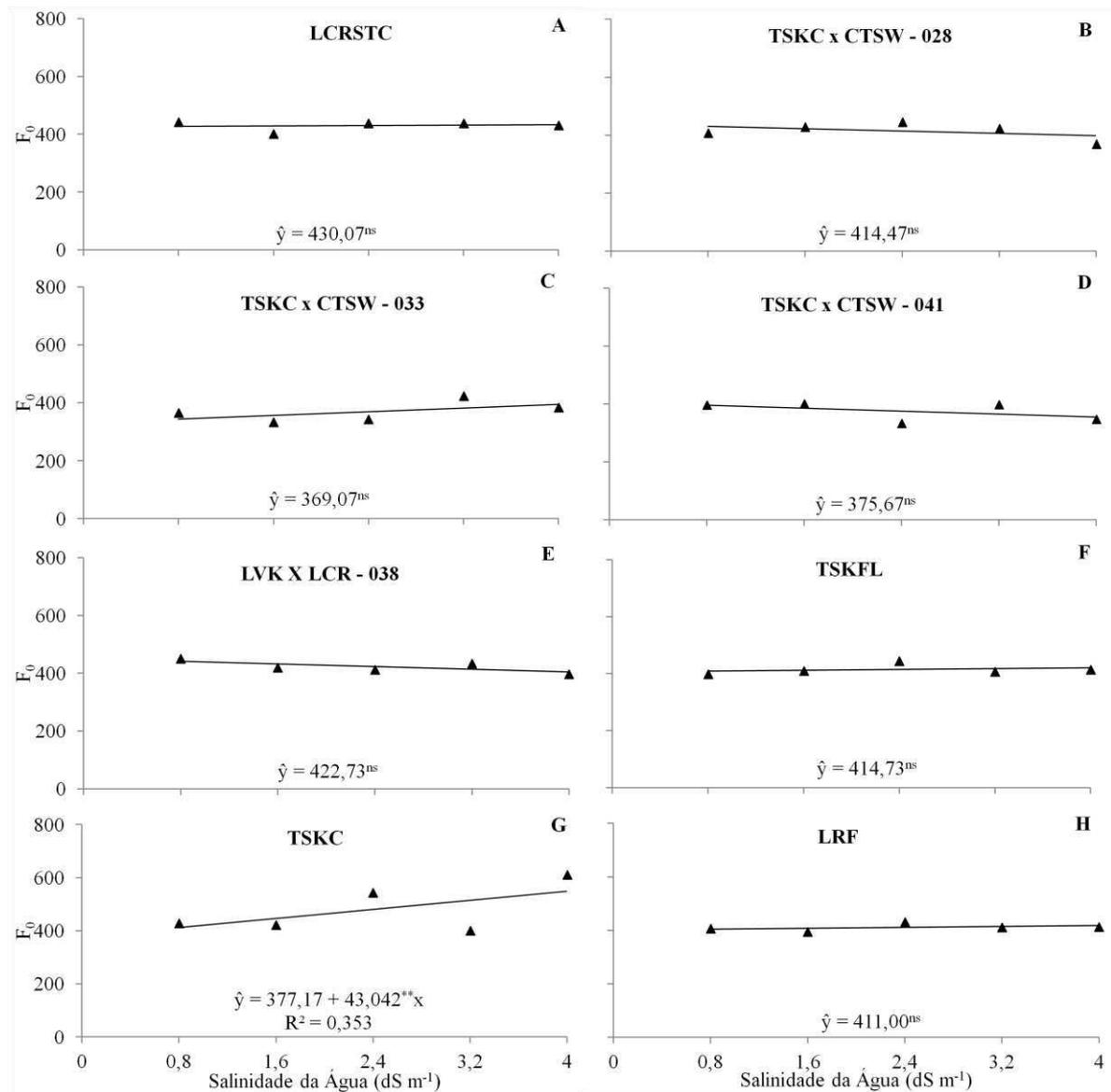
De maneira semelhante ao estudo das variáveis de crescimento, dar-se-á ênfase as avaliações realizadas aos 120 DAS, pois não houve efeito da salinidade em nenhuma das épocas, porém, em função da interação ter grau de liberdade alto, 28, estudar-se-ão os fatores em conjunto, ou seja, o efeito da salinidade em cada genótipo, pois, embora não tenha ocorrido interação, devido ao alto número de interações, tal efeito pode ser mascarado.

Sendo assim, verificou-se que o aumento da salinidade na água de irrigação só exerceu influência significativa sobre a F_0 na tangerineira ‘Sunki Comum’. Nos demais genótipos, LCRSTC, TSKC x CTSW 028, 033 e 041, LVK x LCR - 038, TSKFL e LRF não houve diferenças estatísticas nessa variável (Figura 18). Correia et al. (2009) associam esse fato à proximidade genética desses materiais com relação à atividade fotoquímica, tal resultado foi constatado pelos mesmos autores para as variáveis de fluorescência F_0 , F_m , F_v e F_v/F_m em diferentes cultivares de amendoim (*Arachis hipogaea* L.) irrigadas com águas de diferentes níveis de salinidade, sendo essa uma explicação plausível para este trabalho, já que todos são

do gênero *Citrus*.

Observou-se aumento da F_0 em função do incremento da salinidade da água de irrigação nos genótipos TSKC x CTSW - 033, TSKFL, TSKC e LRF, com maior acréscimo da F_0 na tangerineira ‘Sunki Comum’ (25%), conforme Figura 18C, 18F, 18G e 18H.

Figura 18 - Fluorescência inicial (F_0) em função da salinidade da água de irrigação, aos 120 dias após a semeadura, relativa aos diferentes genótipos de citros estudados. Pombal-PB, 2013.



LCRSTC: limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ (*Citrus limonia* Osbeck); TSKC: tangerineira ‘Sunki’ [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum; CTSW: citrumelo Swingle [*C. paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.]; LVK: limoeiro ‘Volkameriano’ (*C. volkameriana* V. Ten. & Pasq.); LCR: limoeiro ‘Cravo’; TSKFL: tangerineira ‘Sunki’ seleção ‘da Flórida’; LRF: limoeiro ‘Rugoso’ seleção ‘da Flórida’ (*C. jambhiri* Lusch.).

A F_0 , fluorescência inicial, corresponde ao nível de fluorescência quando todos os

centros de reações do Fotossistema II estão abertos e a Quinona (Q_A), principal receptor de elétrons desse fotossistema, alcança o seu máximo de oxidação; tal fato ocorre após um período sem atividade, ou seja, após estarem sem a presença de luz. O aumento da F_0 significa que os centros de reações do FSII estão comprometidos ou houve redução na transferência de energia de excitação do complexo antena para os centros de reação (BAKER; ROSENQVST, 2004; BAKER, 2008). Pelos resultados encontrados neste trabalho, acredita-se que os genótipos, nos quais se encontrou maiores valores de F_0 , tiveram os centros de reações do FSII danificados devido ao incremento da salinidade na água de irrigação, ou seja, dissiparam na forma de fluorescência a energia absorvida e não aproveitada nos processos fotossintéticos (SILVA et al., 2009).

Salienta-se a importância de desdobrar a interação quando o grau de liberdade é alto, pois, caso essa prática não ocorresse, não seria possível identificar a diferenciação entre genótipos sob o efeito da salinidade.

Aumento da F_0 foi relatado por Cruz et al. (2009), avaliando a fluorescência da clorofila *a* em tangerineira ‘Ponkan’ (*C. reticulata*) e limeira ácida ‘Thaiti’ [*C. latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] enxertados sobre o limoeiro ‘Cravo’ sob suspensão da irrigação até 35 dias, sendo atribuído o efeito a danos no centro de reação ocasionado pela redução no potencial hídrico, assim como pode ter ocorrido neste trabalho, já que a salinidade reduz a disponibilidade hídrica pelo aumento do potencial osmótico, como já discutido no capítulo relacionado ao balanço de sais no substrato. Destaca-se ainda, que as folhas nas quais foram realizadas as avaliações eram maduras e não continham sintomas de toxidez ou necroses, sendo assim, outra teoria que pode ser válida é a redução do substrato, ou seja, a limitação da água disponível para ser quebrada e liberar elétrons para atividade dos fotossistemas.

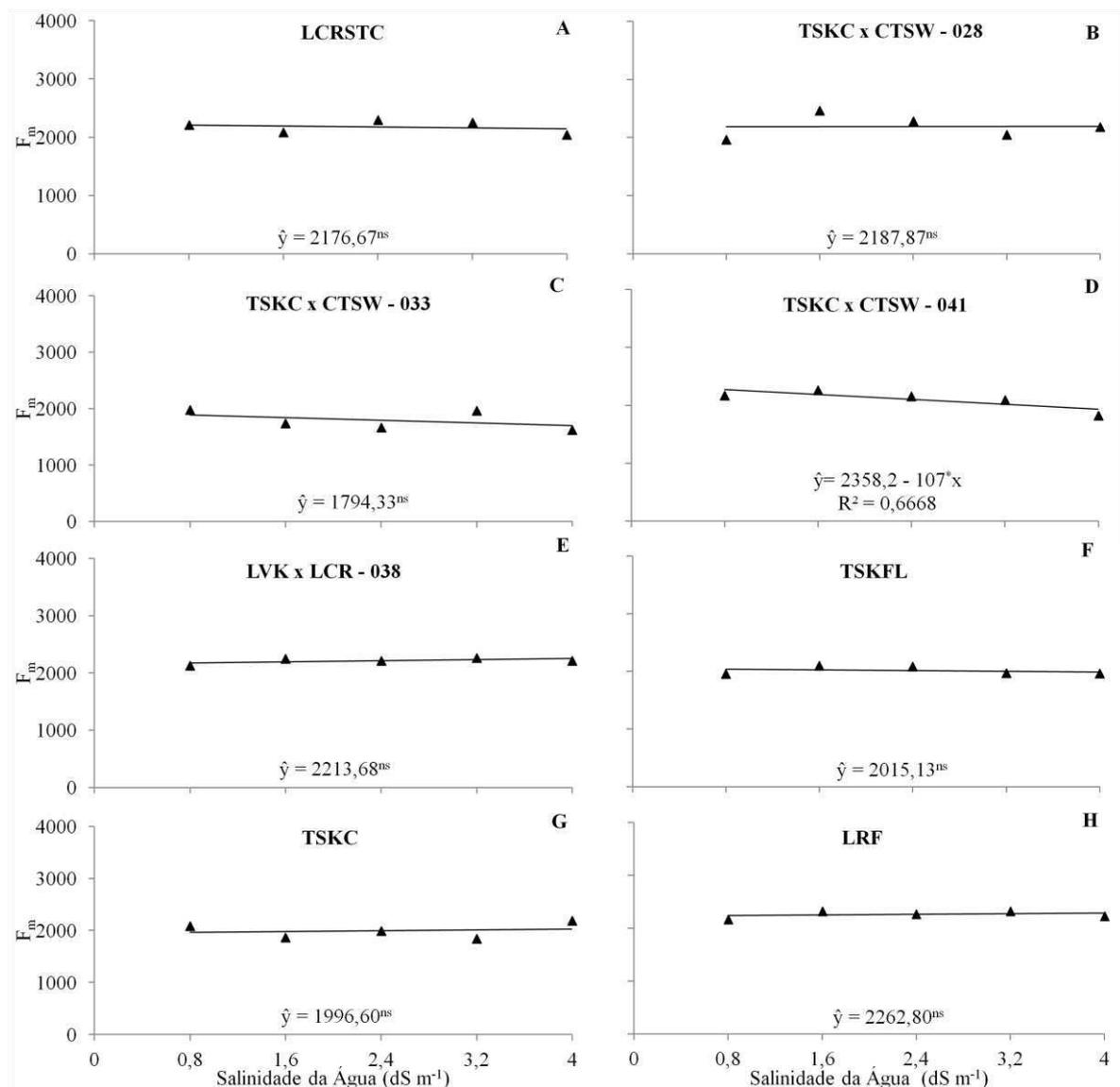
Azevedo Neto et al. (2011), estudando genótipos de girassol (*Helianthus annuus* L.) em sistema hidropônico com águas salinas e não salinas, identificaram que a condição de estresse aumentou a fluorescência inicial nos genótipos estudados. Esses autores também atribuem o efeito da salinidade na fluorescência a possíveis danos causados no centro de reação ou à capacidade de transferência de elétrons da Quinona, conforme identificado neste trabalho, em alguns genótipos. Da mesma forma, Lucena et al. (2012), avaliando a produção de mudas de combinações copa/porta-enxerto de manga (*Mangifera indica* L.) sob estresse salino em solução nutritiva, relataram tal efeito.

Observa-se que o dano ocasionado no aparato fotossintético pode ser reversível ou não, dependendo das condições de estresse submetidas às plantas. No caso das plantas de citros sob estresse salino, na maioria dos genótipos, sobreviveram ao estresse até os 120 DAS,

sendo assim, acredita-se que o dano ainda seja reversível, mesmo onde ocorreu maior efeito.

Com relação à F_m , não se constatou influência da salinidade da água de irrigação sobre os genótipos, LCRSTC, TSKC x CTSW 028 e 033, LVK x LCR - 038, TSKFL, TSKC e LRF; destes, apenas no limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ e no híbrido TSKC x CTSW - 033 houve tendência ao efeito linear e decrescente com reduções de 7,44% e 18% ao se compararem os valores do menor com os do maior nível de salinidade da água de irrigação (Figura 19).

Figura 19 - Fluorescência máxima (F_m) em função da salinidade da água de irrigação, aos 120 dias após a semeadura, relativa aos diferentes genótipos de citros estudados. Pombal-PB, 2013.



LCRSTC: limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ (*Citrus limonia* Osbeck); TSKC: tangerineira ‘Sunki’ [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum; CTSW: citrumelo Swingle [*C. paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.]; LVK: limoeiro ‘Volkameriano’ (*C. volkameriana* V. Ten. & Pasq.); LCR: limoeiro ‘Cravo’; TSKFL: tangerineira ‘Sunki’ seleção ‘da Flórida’; LRF: limoeiro ‘Rugoso’ seleção ‘da Flórida’ (*C. jambhiri* Lusch.).

Para o híbrido trifoliado TSKC x CTSW - 041, conforme equação de regressão, verificou-se comportamento linear e decrescente, com redução de 4,16% por aumento unitário da CE_a , e de 15% ao serem comparados os dados das plantas irrigadas com águas de 0,8 $dS\ m^{-1}$ e 4,0 $dS\ m^{-1}$ (Figura 19D).

De acordo com Baker e Rosenqvist (2004), a F_m refere-se à intensidade máxima de fluorescência emitida, ocorrendo em consequência da máxima redução da Q_A e quando os centros de reações do FSII estão fechados. Maxwell e Johnson (2000) complementam que tal situação conduz a um decréscimo global na eficiência fotoquímica e, conseqüentemente, a um aumento no rendimento da fluorescência; sendo assim, para que a Quinona seja reduzida, é necessário que esta adquira elétrons provenientes da água, afim de que ocorra a redução e como o estresse salino tende a reduzir a disponibilidade hídrica, essa maximização pode ser limitada, ocorrendo perdas de energia pelo aumento da temperatura foliar, o que possivelmente tenha ocorrido no híbrido TSKC x CTSW - 041.

López-Climent et al. (2008), avaliando o desempenho fotossintético de cinco genótipos de porta-enxerto de citros sob estresse salino, concluíram que a F_m foi afetada nos genótipos citrumelo 'Swingle', no citrange C35, na tangerineira 'Cleópatra', em menor intensidade afetou o FA5 (*C. reshni* x *P. trifoliata*) e permaneceu quase inalterada no citrange 'Carrizo', sugerindo que a capacidade em reduzir a Q_A não foi comprometida pela salinidade neste genótipo. Essa observação pode ser considerada para os genótipos TSKC x CTSW - 028, LVK x LCR - 038, TSKFL, TSKC e LRF, nos quais não se verificou redução da F_m .

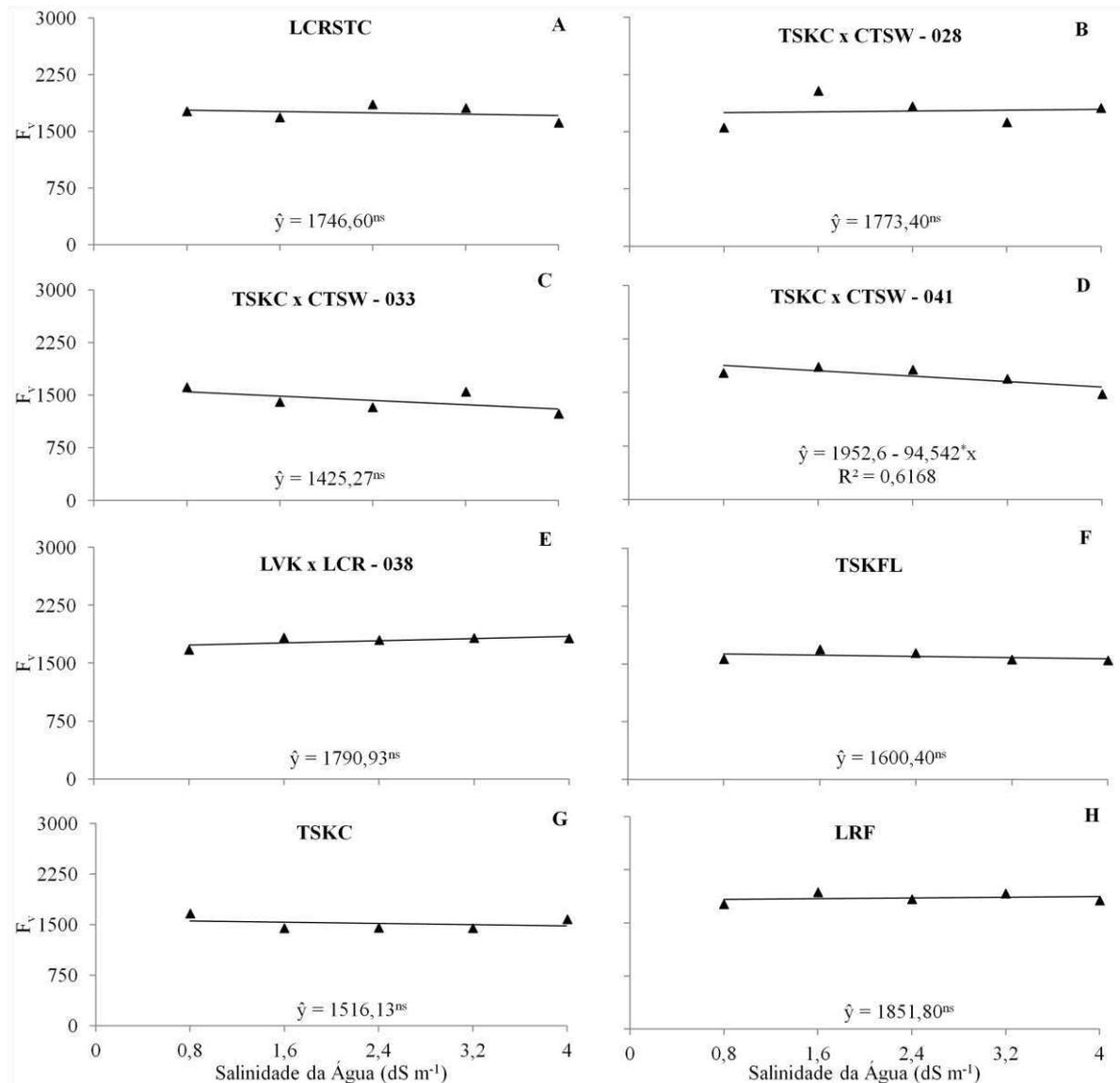
Houve influência significativa do incremento da salinidade na água de irrigação sobre a F_v , apenas, sobre o híbrido TSKC x CTSW - 041, tendo-se comportamento linear e decrescente com redução de 4,16% por aumento unitário da salinidade da água de irrigação e de 15,07% quando se comparam os valores do menor com os do maior nível de salinidade da água de irrigação (Figura 20D), sendo tal resultado atribuído a redução da fluorescência máxima, já que não ocorreu influência da salinidade na fluorescência inicial.

Para os demais genótipos, LCRSTC, TSKC x CTSW 028 e 033, LVK x LCR - 038, TSKFL, TSKC e LRF, não houve efeito significativo da salinidade sobre essa variável, porém, verificou-se tendência ao comportamento linear e decrescente para o limoeiro 'Cravo Santa Cruz', para o híbrido TSKC x CTSW - 033 e para a tangerineira 'Sunki Comum', com decréscimos de 8,69%, 23,30% e 5,25%, respectivamente, com o aumento da CE_a da água de irrigação. Não foram constatadas reduções da F_v nos genótipos TSKC x CTSW - 028, LVK x LCR - 038 e para o LRF (Figura 20).

A fluorescência variável demonstra a capacidade do FSII para executar reações

fotoquímicas, quando há redução da Q_A (BAKER, 2008), essa variável representa o aumento da fluorescência de F_0 até a F_m .

Figura 20 - Fluorescência variável (F_v) em função da salinidade da água de irrigação, aos 120 dias após a semeadura, relativa aos diferentes genótipos de citros estudados. Pombal-PB, 2013.



LCRSTC: limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ (*Citrus limonia* Osbeck); TSKC: tangerineira ‘Sunki’ [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum; CTSW: citrumelo Swingle [*C. paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.]; LVK: limoeiro ‘Volkameriano’ (*C. volkameriana* V. Ten. & Pasq.); LCR: limoeiro ‘Cravo’; TSKFL: tangerineira ‘Sunki’ seleção ‘da Flórida’; LRF: limoeiro ‘Rugoso’ seleção ‘da Flórida’ (*C. jambhiri* Lusch.).

Verifica-se que os valores da F_v ficaram entre 1.237,67 e 2.034, observados em plantas irrigadas com águas de CE_a de 4,0 e 1,6 $dS\ m^{-1}$, respectivamente, sendo o menor valor encontrado no híbrido TSKC x CTSW - 033 e o maior no TSKC x CTSW - 028. Tendo em

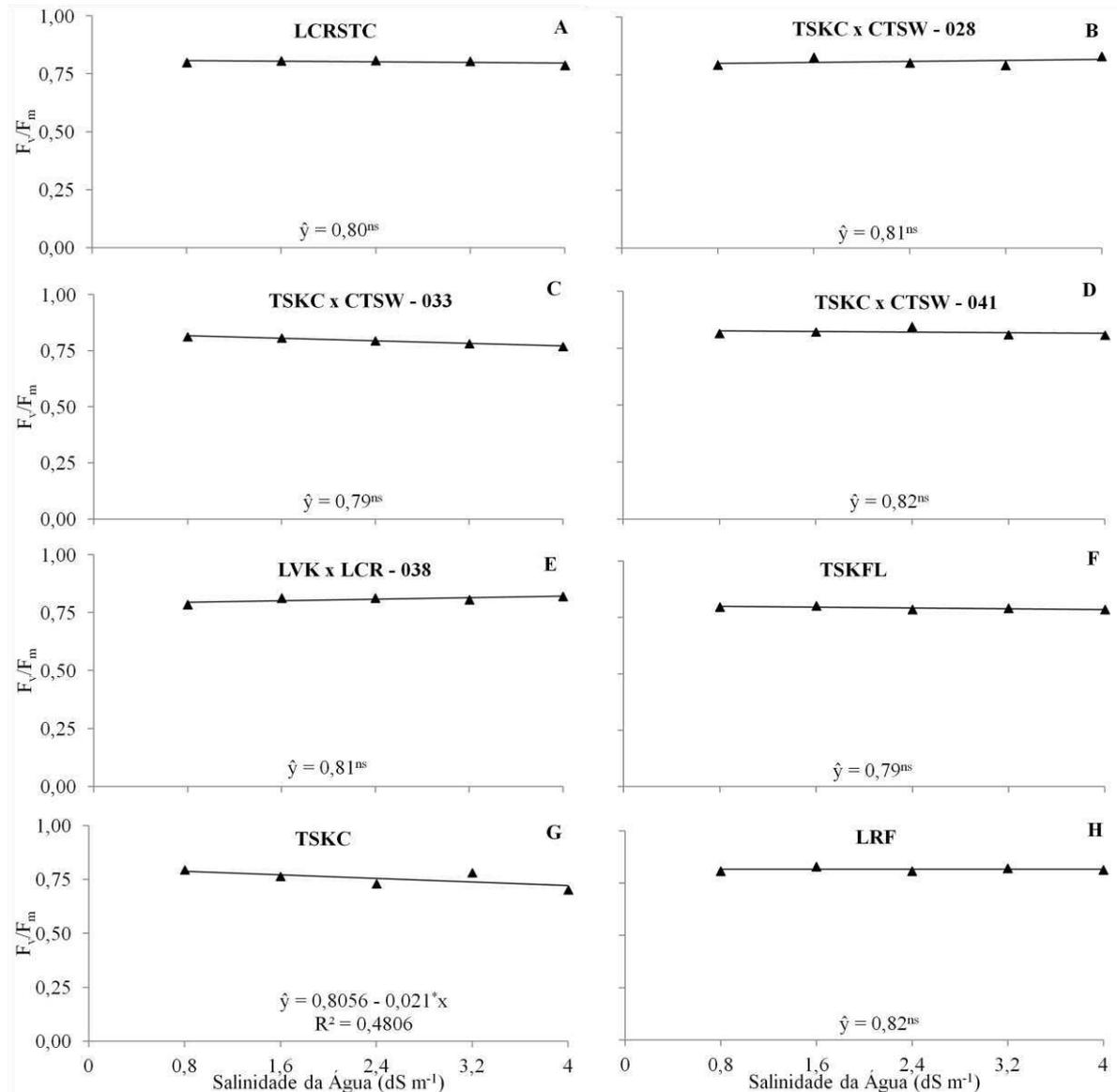
vista que a F_v está intimamente relacionada à variação de F_0 e F_m , pode-se dizer que o aumento do estresse ocasionou limitação no potencial redutor da Quinona, provavelmente, pela redução na disponibilidade hídrica devido ao estresse osmótico, assim como identificado por Cruz et al. (2009) que relataram queda acentuada dessa variável em tangerineiras ‘Ponkan’ e limeira ácida ‘Tahiti’, após 15 dias de suspensão da irrigação.

Em plantas de melancia (*Citrulus lanatus* Thumb. Mansf.) cultivadas sob diferentes regimes hídricos, Melo et al. (2010) verificaram redução da F_v de 1.427,04 para 1.129,45, o que corresponde a uma redução de 20,85% em plantas submetidas ao estresse hídrico, assim como identificado nas plantas de citros sob estresse salino, porém, em maior intensidade em alguns genótipos.

O parâmetro F_v/F_m reflete a eficiência quântica fotoquímica máxima do FSII, ou seja, a eficiência relativa à absorção de energia luminosa pelo complexo antena do FSII e à conversão dessa em energia química, sendo considerável um indicador sensível do desempenho fotossintético da planta (MAXWELL; JOHNSON, 2000; BAKER; ROSENQVIST, 2004; BAKER, 2008; LUCENA et al., 2012). Alguns autores mencionam que essa variável pode ser usada para indicar condições de estresse na planta, a ponto de sofrer danos nos centros de reação, principalmente, se o seu valor for inferior a 0,75 (MELO et al., 2010). Com isso, valores abaixo deste patamar foram observados apenas na TSKC (Figura 21G), especialmente, nos maiores níveis de salinidade. Nesse genótipo, observou-se uma redução de 2,66% por aumento unitário da salinidade da água de irrigação, o que corresponde a 8,52% quando se comparam os valores das plantas irrigadas com água de 4,0 dS m⁻¹ em relação aos daquelas submetidas a 0,8 dS m⁻¹.

Para os outros genótipos não houve efeito da salinidade sobre a F_v/F_m , contudo, para o limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, os híbridos TSKC x CTSW 033 e 041 e a tangerineira ‘Sunki da Flórida’ verificou-se tendência ao comportamento linear e decrescente, com reduções de 1,41%, 5,37%, 1,00% e 1,38%, respectivamente, ao serem comparados os valores do menor com o maior nível de salinidade da água de irrigação (Figura 21).

Figura 21 - Eficiência quântica fotoquímica máxima do Fotossistema II (F_v/F_m) em função da salinidade da água de irrigação, aos 120 dias após a semeadura, relativa aos diferentes genótipos de citros estudados. Pombal-PB, 2013.



LCRSTC: limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*Citrus limonia* Osbeck); TSKC: tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum; CTSW: citrumelo Swingle [*C. paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.]; LVK: limoeiro 'Volkameriano' (*C. volkameriana* V. Ten. & Pasq.); LCR: limoeiro 'Cravo'; TSKFL: tangerineira 'Sunki' seleção 'da Flórida'; LRF: limoeiro 'Rugoso' seleção 'da Flórida' (*C. jambhiri* Lusch.).

Apesar de apresentar pouca redução (1,00% a 8,52%) os valores da F_v/F_m variaram entre 0,70 e 0,85, com o menor valor verificado em plantas irrigadas com 4,0 ds m⁻¹ e o maior nas irrigadas com 2,4 ds m⁻¹, indicando que as plantas, principalmente, as irrigadas com os níveis mais altos de salinidade, sofreram alterações no seu aparato fotossintético, especialmente, no FSII, pois, segundo Osmond (1994), o valor da eficiência quântica máxima F_v/F_m varia entre 0,78 e 0,83 para a maioria das espécies; Maxwell e Johnson (2000)

comentam que valores menores que esses são encontrados em plantas expostas a estresses indicando fotoinibição.

Entretanto, esses resultados estão próximos aos relatados por López-Climent et al. (2008), em plantas controle de porta-enxertos de citros, ou seja, cultivadas sem estresse salino (0,72 a 0,81). Os mesmos autores observaram queda acentuada na F_v/F_m em plantas submetidas a tratamentos com salinidade, destacando o genótipo FA5, no qual a redução foi expressivamente menor que nos demais genótipos. Anjum (2008) mencionou decréscimos significativos da F_v/F_m em tangerineira ‘Cleópatra’ e citrange ‘Troyer’ submetidos a estresse salino, sendo as maiores reduções observadas no citrange ‘Troyer’.

Análise dos parâmetros de fluorescência da clorofila *a* tem sido utilizada em estudos dos processos fotossintéticos em plantas submetidas a estresses bióticos e abióticos (MAXWELL; JOHNSON, 2000; BAKER; ROSENQVIST, 2004; DIAS; MARENCO, 2007; SILVA et al., 2009; SUASSUNA et al., 2011; LUCENA et al., 2012), pois danos no FSII, muitas vezes, é a primeira manifestação do estresse numa folha, podendo ser identificados através das avaliações de fluorescência, antes que a planta demonstre algum sintoma visual (MAXWELL; JOHNSON, 2000; SUASSUNA et al., 2011). Sendo assim, como a resposta a salinidade variou conforme o genótipo, recomenda-se usar esses parâmetros para identificar o efeito da salinidade.

6 CONCLUSÕES

- A concentração da água de drenagem teve incremento do dobro da concentração da água salina aplicada;
- O crescimento dos genótipos de citros foi afetado pela salinidade, porém de forma diferenciada entre os mesmos;
- A salinidade reduziu o crescimento da maioria dos genótipos de citros, todavia, pode-se usar água de até $2,4 \text{ dS m}^{-1}$ para irrigar os porta-enxertos e garantir um crescimento satisfatório;
- O maior crescimento foi observado no genótipo tangerineira ‘Sunki da Flórida’;
- As taxas de crescimento relativo foram mais afetadas pela salinidade do que as variáveis (altura de planta, diâmetro do caule e número de folhas) em si, podendo ser usadas em estudos de plantas sob estresse salino;
- Quando se produziu genótipos de citros em tubetes de 115 mL, o período ideal para avaliação de trocas gasosas foi aos 75 dias após semeadura;
- A variável mais afetada das trocas gasosas pela salinidade foi a condutância estomática.
- A salinidade não exerceu efeito significativo sobre os parâmetros da fluorescência da clorofila *a* em nenhum dos períodos avaliados;
- Relacionando-se às variáveis de crescimento, o genótipo menos sensível à salinidade foi o híbrido TSKC x CTSW - 041 e o mais sensível foi o limoeiro ‘Rugoso da Flórida’;
- Relacionando-se as variáveis das trocas gasosas o genótipo mais afetado pela salinidade foi o híbrido TSKC x CTSW - 033.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, O. A. **Qualidade da água de irrigação**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. 227p.
- ALMEIDA, C. O. de; PASSOS, O. S. (Ed). **Citricultura brasileira: em busca de novos rumos desafios e oportunidades na região Nordeste**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011.160p.
- AL-YASSIN, A. Adverse effects of salinity on citrus. **International Journal of Agriculture & Biology**, [S.L.], v. 7, n. 4, p. 668-680, 2005.
- AMORIM, V.; GOMES FILHO, E.; BEZERRA, M. A.; PRISCO, J. T.; LACERDA, C. F. Resposta fisiológicas de cajueiro anão precoce à salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 1, p. 113-121, 2010.
- ANDRADE JÚNIOR, W. P.; F. H. F.; FERNANDES, O. B.; QUEIROGA, R. C. F.; QUEIROGA, F. M. Efeito do nitrato de potássio na redução do estresse salino no meloeiro. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 110-119, 2011.
- ANJUM, M. A. Effect of NaCl concentrations in irrigation water on growth and polyamine metabolism in two citrus rootstocks with different levels of salinity tolerance. **Acta Physiologiae Plantarum**, [S.L.], v. 30, p. 43-52, 2008.
- AUDRY, P.; SUASSUNA, J. **A Salinidade das águas disponíveis para a pequena irrigação no sertão nordestino: caracterização, variação sazonal e limitações de uso**. Recife: CNPq, 1995.128p.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB. 1999. 184 p. (Estudos da FAO Irrigação e Drenagem, 29).
- AZEVEDO NETO, A. D.; PEREIRA, P. P. A.; COSTA, D. P.; SANTOS, A. C. C. Fluorescência da clorofila como uma ferramenta possível para seleção de tolerância à salinidade em girassol. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 4, p. 893-897, 2011.
- BAKER, N. R.; ROSENQVIST, E. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. **Journal of Experimental Botany**, [S. L.], v. 55, n.403, p.1607-1621, 2004.
- BAKER, N. R. Chlorophyll fluorescence: a probe of photosynthesis in vivo. **Annual Reviews of Plant Biology**, [S. L.] v. 59, p. 89-113, 2008.
- BAÑULS, J.; LEGAZ, F.; PRIMO-MILLO, E. Effect of salinity on uptake and distribution of chloride and sodium in some citrus scion– rootstock combinations. **Journal of Horticultural Science**, [S.L.], v. 65, p. 715-724, 1990.
- BAÑULS, J.; PRIMO-MILLO, E. Effect of chloride and sodium on gas exchange parameters and water of *Citrus* plants. **Physiologia Plantarum**, [S.L.], v. 86, p. 115-123, 1992.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNESP, 2003.

41p.

BORGES, A. C. G.; COSTA, V. M. H. de M. A evolução do agronegócio citrícola paulista e o perfil da intervenção do estado. **Revista Uniara**, Araraquara, n. 17/18, p. 101-123, 2006.

BRASIL, Ministério da Integração Nacional. **Relatório final**: grupo de trabalho interministerial para redelimitação do semi-árido nordestino e do polígono das secas. Brasília, 2005. Disponível em: < <http://www.cpatia.embrapa.br> > Acesso em 20/08/2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914**, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: < <http://bvsmis.saude.gov.br>>. Acesso em 13/08/2012.

BRITO, M. E. B. **Tolerância de Porta-Enxertos de Citros à Salinidade**. 2007. 107f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2007.

BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; MELO, A. S. de; CARDOSO, J. A. F.; SOARES FILHO, W. S. Sensibilidade de variedades e híbridos de citrange à salinidade na formação de porta-enxertos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 3, n. 4, p. 343-353, 2008.

BRITO, M. E. B. **Tolerância de genótipos de citros ao estresse salino**. 2010. 155f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.

BRITO, M. E. B.; SOARES, L. A. dos A.; FERNANDES, P. D.; LIMA, G. S.; SÁ, F. V. da S.; MELO, A. S. Comportamento fisiológico de combinações copa/porta-enxerto de citros sob estresse hídrico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, suppl., p. 857-865, 2012.

CAMPELLO NETTO, M. S. C.; COSTA, M. R.; CABRAL, J. J. S. P.; Manejo integrado de água no semi-árido brasileiro. In: CIRILO, J. A.; CABRAL, J. J. S. P.; FERREIRA, J. P. C. L.; OLIVEIRA, M. J. P. M.; LEITÃO, T. E.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; GOÉS, V. C. (Org). **O uso sustentável dos recursos hídricos em regiões semi-áridas**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2007. p. 473-501.

CAMPOS, N. O modelo institucional. In: CAMPOS, N.; STUDART, T. (Ed). **Gestão das águas: princípios e práticas**. 2. ed. Porto Alegre: ABRH, 2003. p. 43-56.

CARVALHO, S. A.; GRAF, C. C. D.; VIOLANTE, A. R. Produção de material básico e propagação. In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J. R.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundag, 2005. p. 279-316.

CAVALCANTE, L. F.; CORDEIRO, J. C.; NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, Í. H. L.; DIAS, T. J. Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. sunrise solo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, suplemento 1, p. 1281-1290, 2010a.

CAVALCANTE, L. F.; VIEIRA, M. da S.; SANTOS, A. F.; OLIVEIRA, W. M.; NASCIMENTO, J. A. M. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar paluma. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 251-261, 2010b.

CIRILO, J. A.; CAMPELLO NETTO, M. S. C.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; ASFORA, M. Caracterização do semi-árido brasileiro. In: CIRILO, J. A.; CABRAL, J. J. S. P.; FERREIRA, J. P. C. L.; OLIVEIRA, M. J. P. M.; LEITÃO, T. E.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; GOÉS, V. C. (Org). **O uso sustentável dos recursos hídricos em regiões semi-áridas**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2007. p. 33-64.

CIRILO, J. A. Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido. **Estudos Avançados**. São Paulo, v. 22, n. 63, p. 61-82, 2008.

CORREIA, K. G.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SANTOS, T. da S. Crescimento, produção e características de fluorescência da clorofila *a* em amendoim sob condições de salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 4, p. 514-521, 2009.

CRUZ, J. L.; PELACANI, C. R.; SOARES FILHO, W. dos 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**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 528-531, 2003.

CRUZ, M. do C. M.; SIQUEIRA, D. L.; SALOMÃO, L. C. C; CECON, P. R. Fluorescência da clorofila *a* em folhas de tangerineira ‘Ponkan’ e limeira ácida ‘Tahiti’ submetidas ao estresse hídrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 896-901, 2009.

DEENA RAMFUL, D.; TARNUS, E.; ARUOMA, A. I.; BOURDON, E.; BAHORUN, T. Polyphenol composition, vitamin C content and antioxidant capacity of Mauritian citrus fruit pulps. **Food Research International**, [S.L.], v. 44, p. 2088-2099, 2011.

DIAS, D. P.; MARENCO, R. A. Efeito da Nebulosidade nos Parâmetros da Fluorescência em *Minquartia guianensis* Aubl. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 54-56, 2007.

DIAS, N. da S.; BLANCO, F.F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F de (Ed). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, 2010. p. 129-141.

DONATO, S. L. R.; PEREIRA, C. S.; BARROS, Z. de J.; SIQUEIRA, D. L. de; SALOMÃO, L. C. C. Respostas de combinações de variedades copa e porta-enxerto de citros à deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 10, p.1507-1510, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2.ed. ver. e amp. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 628p.

Food and Agriculture Organization of the United Nations, **Water in agriculture: opportunity untapped**. Roma, 2006. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 30 de julho de 2012.

FERNANDES, P. D. **Análise de crescimento e desenvolvimento vegetal**. Campina Grande: UFPB - DEAg, 2002. 52p.

FERNANDES, O. B.; PEREIRA, F. H. F.; ANDRADE JÚNIOR, W. P.; QUEIROGA, R. C. F.; QUEIROGA, F. M. Efeito do nitrato de cálcio na redução do estresse salino no meloeiro. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 3, p. 93-103, 2010.

FERNANDES, P. D. ; BRITO, M. E. B.; GHEYI, H. R.; SOARES FILHO, W. dos S.; MELO, A. S. de; CARNEIRO, P. T. Crescimento de híbridos e variedades porta-enxerto de citros sob salinidade. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, 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. p. 255-258.

FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, [Lancaster], v. 55, n. 396, p. 307-319, 2004.

FLOWERS, T. J.; FLOWERS, S. A. Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders? **Agricultural Water Management**, [S.L.], v. 78, p. 15-24, 2005.

GARCÍA-SÁNCHEZ, F.; PEREZ-PEREZ, J.G.; BOTIA, P.; MARTÍNEZ, V. The response of young mandarin trees grown under saline conditions depends on the rootstock. **European Journal of Agronomy**, [S.L.], v. 24, p. 129-139, 2006.

GRAZIANO, J. R. Normas para produção de muda certificada de citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 19, n. 2, p. 411-421, 1998.

HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. C. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. de (Ed). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, 2010. p. 43-61.

HUSSAIN, S.; LURO, F.; COSTANTINO, G.; OLLITRAULT, P.; MORILLON, R. Physiological analysis of salt stress behavior of citrus species and genera: Low chloride accumulation as an indicator of salt tolerance. **South African Journal of Botany**, [S.L.], v. 81, p. 103-112, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal: culturas temporárias e permanentes** (2011). Rio de Janeiro, 2012. 97p.

JAYAPRAKASHA, G.K.; PATIL, B. S. In vitro evaluation of the antioxidant activities in fruit extracts from citron and blood orange. **Food Chemistry**, [S.L.], v. 101, p. 410-418, 2007.

KLIMCZAK, I.; MALECKA, M.; SZLACHTA, M.; GLISZCZYNSKA-SWIGLO A. Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. **Journal of Food Composition and Analysis**, [S.L.], v. 20, p. 313-322, 2007.

LEITÃO, T. E.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; ALMEIDA, T. A. Qualidade da água no solo em regiões semi-áridas. In: CIRILO, J. A.; CABRAL, J. J. S. P.; FERREIRA, J. P. C. L.; OLIVEIRA, M. J. P. M.; LEITÃO, T. E.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; GOÉS, V. C. (Org). **O uso sustentável dos recursos hídricos em regiões semi-áridas**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2007. p. 365-438.

LEVY, Y.; SYVERTSEN, J. Irrigation Water Quality and Salinity. Effects in Citrus Trees. **Horticultural Reviews**, [S.L.], v. 30, p. 37-82, 2004.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3. ed. Campinas: Editora Átomo, 2010. 494p.

LÓPEZ-CLIMENT, M. F.; ARBONA, V.; PÉREZ-CLEMENTE, R. M.; GÓMEZ-CADENAS, A. Relationship between salt tolerance and photosynthetic machinery performance in citrus. **Environmental and Experimental Botany**, [S. L.], v. 62, p. 176-184, 2008.

LUCENA, C. C.; SIQUEIRA, D. L.; MARTINEZ, H. E. P.; CECON, P. R. Salt stress change chlorophyll fluorescence in mango. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1245-1255, 2012.

MACHADO, D. F. S. P.; MACHADO, E. C.; MACHADO, R. S.; RIBEIRO, R. V. Efeito da baixa temperatura noturna e do porta-enxerto na variação diurna das trocas gasosas e na atividade fotoquímica de laranjeira 'Valência'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 351-359, 2010.

MAGALHÃES FILHO, J. R.; AMARAL, L. R.; MACHADO, D. F. S. P.; CAMILO LÁZARO MEDINA, C. L.; MACHADO, E. C. Deficiência hídrica, trocas gasosas e crescimento de raízes em laranjeira 'valência' sobre dois tipos de porta-enxerto. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 1, p. 75-82, 2008.

MAGALHÃES FILHO, J. R.; MACHADO, E. C.; MACHADO, D. F. S. P.; RAMOS, R. A.; RIBEIRO, R. V. Variação da temperatura do substrato e fotossíntese em mudas de laranjeira 'Valência'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 9, p. 1118-1126, 2009.

MALVEZZI, Roberto. **Semi-árido: uma visão holística**. Brasília: Confea, 2007. 140p.

MARENGO, J. A.; Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, n. 27; p. 149-176, 2008.

MASS, E. V. Salinity and citriculture. **Tree Physiology**, Victoria, v. 12, n.2, p. 195-216, 1993.

MATTOS JUNIOR, D.; BATAGLIA, O. C.; QUAGGIO, J. A. Nutrição dos citros. In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J. R.; PIO, R. M. e POMPEU JUNIOR, J. (Ed). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundag, 2005. p. 197-219.

MAXWELL, K.; JOHNSON, G. N.; Chlorophyll fluorescence - a practical guide. **Journal of Experimental Botany**, [S. L.], v. 15, n. 345, p. 659-668, 2000.

MEDEIROS, J. F.; LISBOA, R. de A.; OLIVEIRA, M.; SILVA JÚNIOR, M. J.; ALVES, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão na Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 3, p. 469-472, 2003.

MEDEIROS, J. F. de; NASCIMENTO, L. B. do; GHEYI, H. R. Manejo do solo-água-planta em áreas afetadas por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. de (Ed). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, 2010. p. 279-302.

MEDINA, C. L.; CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; SESTARI, I. Citros. In: CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; SESTARI, I. (Ed.). **Manual de fisiologia vegetal: fisiologia dos cultivos**. 1. Ed. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 2008. p. 498-516.

MEDINA, C. L.; RENA, A. B.; SIQUEIRA, D. L.; MACHADO, E. C. Fisiologia dos citros. In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J. R.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico e Fundag, 2005. p. 149-195.

MELO, A. S.; SUASSUNA, J. F.; FERNANDES, P. D.; BRITO, M. E. B.; SUASSUNA, A. F.; AGUIAR NETTO, A. de O. Crescimento vegetativo, resistência estomática, eficiência fotossintética e rendimento do fruto da melancia em diferentes níveis de água. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 73-79, 2010.

MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; Olhares sobre as políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido. In: GHEYI, H. R.; PAZ, V. P. da S.; MEDEIROS, S. de S.; GALVÃO, C. de O. (Ed). **Recursos hídricos em regiões semiáridas: estudos e aplicações**. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido e Cruz das Almas: Universidade Federal do Recôncavo Baiano, 2012. p. 2 - 27.

MOURA, R. da S.; HERNANDEZ, F. B. T.; LEITE, M. A.; FRANCO, R. A. M.; FEITOSA, D. G.; MACHADO, L. F. Qualidade da água para uso em irrigação na microbacia do córrego do cinturão verde, município de Ilha Solteira. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 5, n. 1, p. 68-74, 2011.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environment**, [S. L.], v. 25, p. 239-250, 2002.

MUNNS, R. Genes and salt tolerance: bringing them together. **New Phytologist**, [S. L.], v. 167, p. 645-663, 2005.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Reviews of Plant Biology**, [S. L.], v. 59, p. 651-681, 2008.

NASCIMENTO, A. K. S.; FERNANDES, P. D.; SUASSUNA, J. S.; OLIVEIRA, A. C. M.; SOUSA, M. S. S.; MELO, C. A. C. Tolerância de genótipos de citros ao estresse hídrico na fase de porta-enxerto. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 6, n. 1, p.

14- 22, 2012a.

NASCIMENTO, A. K. S.; FERNANDES, P. D.; SUASSUNA, J. S.; OLIVEIRA, A. C. M.; SOUSA, M. S. S.; AZEVEDO, J. G. N. Tolerância de genótipos de citros ao estresse hídrico na fase de porta-enxerto. **Irriga**, Botucatu, Edição Especial, p. 438 - 452, 2012b.

NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G.; MILAN, P.; LOPES, F. F.; PEREIRA, F. C.; KALAKI, R. B. **O Retrato da Citricultura Brasileira**. Ribeirão Preto: Markestrat, 2010. 137p. Disponível em: <<http://www.citrusbr.com.br/exportadores-citricos/saiba-mais/o-retrato-da-citricultura-brasileira-189513-1.asp>>. Acesso em: 30/03/2012.

OLIVEIRA, R. P.; SOARES FILHO, W dos S. PASSOS, O. S.; SCIVITTARO, W. B.; ROCHA, P. S. G. Porta-enxertos para citros. **Documentos 226**, Pelotas: Embrapa, 2008. 46p.

OLIVEIRA, F. de A.; OLIVEIRA, F. R. A.; CAMPOS, M. de S.; OLIVEIRA, M. K. T.; MEDEIROS, J. F.; SILVA, O. M. dos P. Interação entre salinidade e fontes de nitrogênio no desenvolvimento inicial da cultura do girassol. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 4, p. 479-484, 2010.

OSMOND, C. B. What is photoinhibition? Some insights from comparisons of shade and sun plants. In: BAKER, N.R.; BOWYER, J.R. (Ed.). **Photoinhibition of photosynthesis, from molecular mechanisms to the field**. Lancaster: Scientific Publishers, 1994. p.1-24.

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

PIO, R. M.; FIGUEREDO, J. O.; STUCHI, E. S.; CARDOSO, S. A. de B. Variedades copas. In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J. R.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, 2005. p. 37-60.

POPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos. In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J. R.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, 2005. p. 61-104.

QUAGGIO, J. A.; MATTOS JUNIOR, D.; CANTARELLA, H. Manejo da fertilidade do solo na citricultura. In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J. R.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, 2005. p. 483-680.

QUEIROZ-VOLTAN, R. B.; BLUMER, S. Morfologia dos citros. In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J. R.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, 2005. p. 107-123.

REBEQUI, A. M.; CAVALCANTE, L. F. NUNES, J. C.; DINIZ, A. A.; BREHM, M. A. da S.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z. Produção de mudas de limão cravo em substrato com biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, p. 219-228, 2009.

REBOUÇAS, A. da C.; MARINHO, M. E. **Hidrologia das secas do Nordeste do Brasil**.

Recife: SUDENE-DRN, Divisão de Hidrologia, 1972. 126p. BRASIL. SUDENE. Hidrologia, 40.

REBOUÇAS, A. da C. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. **Estudos Avançados**. São Paulo, v. 11, n. 29, p. 127-54, 1997.

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

RICHARDS, L.A. (Ed). **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: United States Salinity Laboratory, 1954, 160p. (USDA. Agriculture Handbook, 60).

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

SENTELHAS, P. C. Agrometeorologia dos citros. In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI., J. R.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, 2005. p. 317-344.

SETIN, D. W.; CARVALHO, S. A. Recipientes e métodos de enxertia na produção de mudas de citros com porta-enxertos duplos. **Citrus Research & Technology**, Cordeirópolis, v. 32, n. 1, p. 17-26, 2011.

SILVA, C. M. M.; GOMES, M. M. A.; FREITAS, S. P. Interferência de herbicidas, associados a um análogo de brassinosteróide, no aparato fotossintético de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 789-797, 2009.

SILVA, F. V. da; SOARES, F. A. L.; GHEYI, H. R.; TRAVASSOS, K. D.; SUASSUNA, J. F.; CARDOSO, J. A. F. Produção de citros irrigados com água moderadamente salina. **Irriga**, Botucatu, Edição Especial, p. 396 - 407, 2012.

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

SOUSA, A. B. O.; BEZERRA, M. A.; FARIAS, F. Germinação e desenvolvimento inicial de clones de cajueiro comum sob irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 4, p. 390–394, 2011.

SOUZA, E. L. DE S.; SCHWARZ, S. F.; OLIVEIRA, R. P. DE. PORTA-ENXERTOS PARA CITROS NO RIO GRANDE DO SUL. In: SOUZA, P. V. D. DE; SOUZA, E. L. DE S.; OLIVEIRA, R. P. DE. BONINE, D. P. (Ed). **Indicações técnicas para a citricultura no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: FEPAGRO, 2010. p. 21-29.

STEPPUHN, H. Pre-irrigation of a severely-saline soil with in situ water to establish dry land forages. **American Society of Agricultural Engineers**, [S.L.], v. 44, p. 1543-1551, 2001.

SUASSUNA, J. F.; MELO, A. S.; COSTA, F. S.; FERNANDES, P. D.; FERREIRA, R. S.; SOUSA, M. S. da S. Eficiência fotoquímica e produtividade de frutos de meloeiro cultivado sob diferentes lâminas de irrigação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1251-1262, 2011.

SUASSUNA, J. F.; FERNANDES, P. D.; NASCIMENTO, R.; OLIVEIRA, A. C. M.; BRITO, K. S. A.; MELO, A. S. Produção de fitomassa em genótipos de citros submetidos a estresse hídrico na formação do porta-enxerto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 12, p. 1305-1313, 2012.

SYKES, S.R. Chloride and sodium excluding capacities of citrus rootstock germplasm introduced to Australia from the People's Republic of China. **Scientia Horticulturae**, [S.L.], v. 128, p. 443-449, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

TECCHIO, M. A.; LEONEL, S.; LIMA, C. P.; VILLAS BOAS, R. L.; ALMEIDA, E. L. P.; CORRÊA, J. C. Crescimento e acúmulo de nutrientes no porta-enxerto citrumelo 'Swingle', cultivado em substrato. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 22, n. 1, p. 37-44, 2006.

ZHU, J. K. Plant salt tolerance. **Trends in Plant Science**, [S. L.], v. 6, p. 66-71, 2001.