



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM HORTICULTURA
TROPICAL**

LUDERLÂNDIO DE ANDRADE SILVA

**ECOFISIOLOGIA DE COMBINAÇÕES COPA/PORTA-ENXERTO DE
CITROS SOB SALINIDADE DA ÁGUA ATÉ A PRÉ-FLORAÇÃO**

POMBAL – PB

2017

LUDERLÂNDIO DE ANDRADE SILVA

**ECOFISIOLOGIA DE COMBINAÇÕES COPA/PORTA-ENXERTO DE
CITROS SOB SALINIDADE DA ÁGUA ATÉ A PRÉ-FLORAÇÃO**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Horticultura Tropical (PPGHT), pertencente a Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande - campus de Pombal, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre em Horticultura Tropical - Linha de pesquisa: Fisiologia em plantas hortícolas.

Orientador: Prof. DSc. MARCOS ERIC BARBOSA BRITO

POMBAL-PB

2017

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

DIS
S586e

Silva, Luderlândio de Andrade.
Ecofisiologia de combinações copa/porta-enxerto de citros sob salinidade da água até a préfloração / Luderlândio de Andrade Silva. – Pombal, 2017.
52f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) –
Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e
Tecnologia Agroalimentar, 2017.
"Orientação: Prof. Dr. Marcos Eric Barbosa Brito".

1. Citros. 2. Ecofisiologia vegetal. 3. Genótipos. 4. Salinidade em citros. I. Brito, Marcos Eric Barbosa. II. Título.

UFCG/CCTA

CDU 634.31(043)

LUDERLÂNDIO DE ANDRADE SILVA

**ECOFISIOLOGIA DE COMBINAÇÕES COPA/PORTA-ENXERTO DE
CITROS SOB SALINIDADE DA ÁGUA ATÉ A PRÉFLORAÇÃO**

Dissertação apresentada à Coordenação do
Curso de Pós-Graduação em Horticultura
Tropical da Universidade Federal de Campina
Grande, como requisito para a obtenção do
título de mestre.

APROVADO em: 23/02/2017

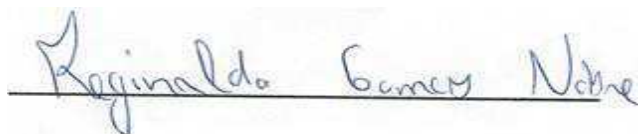
BANCA EXAMINADORA:



Orientador - Prof. D.Sc. Marcos Eric Barbosa Brito
(UFCG/CCTA)



Membro - Prof. D.Sc. Roberto Cleiton F. de Queiroga
(UFCG/CCTA)



Membro - Prof. D.Sc. Reginaldo Gomes Nobrega
(UFCG/CCTA)



Membro – Claldivan feitosa de Lacerda
(DEA/CCA/UFC)

POMBAL – PB

2017

DEDICATÓRIA

A Deus por ter me dado uma família maravilhosa, em especial, a ENEIDE (minha mãe), ERINEIDE (minha esposa) e a LUDEMBERG (meu irmão), que estiveram do meu lado retirando as pedras do meu caminho.

DEDICO.

A toda minha família que me apoiou em todos os momentos, em especial Eneide e Erineide, a todos os professores, em especial MARCOS ERIC meu orientador, e a todos da equipe irrigando o semiárido em especial aos meus amigos VANIÉS e ROMULO CARANTINO.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Grato a Deus por ter guiado meus passos, dado força, sabedoria e humildade em toda minha trajetória de vida.

A toda minha família, meus avós Maria, Eurípedes e Juvenira (*in memorian*) e José Luiz, meus pais Eneide e Sebastião, meus irmãos Luciélio, Luberlânia, Lucélia, Ludemberg, Ludênia e Luênia, a todos os meus tios em especial Sansão e Nana, aos meus sogros, por ter mim dado o seu maior tesouro, e ao meu cunhado Tomaz.

Aos meus amigos que fizeram parte de minha formação em especial a João Quioberg, Jair, Alan, Hildegal e Paulinho.

A todas as pessoas que se empenharam em trazer a universidade para Pombal, assim dando oportunidade aos filhos da terra, de ter uma formação acadêmica, em especial a Luiz Couto, Professor Martins Salgado, e Jairo Vieira Feitosa (*in memorian*).

A todos os meus professores, em especial a professora Lia do ensino básico, Dalila do fundamental, Maria Elena do ensino Médio, Marcos Eric, Reginaldo, Hevilazio, da graduação e do mestrado e a Marinês, todos foram muito importantes em minha formação acadêmica e como pessoa, aos técnicos de laboratório em especial a Joyce, Roberta e Seu Francisco, aos terceirizados em especial a Charliê, Luci, Lucielma, Sebastião Renata e Rose.

A toda Equipe Irrigando o Semiárido.

Ao meu orientador Marcos Eric por ter me orientado, mas também por ser um grande companheiro dedicado e amigo de todos.

E aos meus dois amigos parceiros, Romulo Carantino e Francisco Vaniés, a quem eu tenho amizade, carinho, respeito e admiração.

À Erineide (minha esposa) por ter ficado ao meu lado sempre, nunca ter se abalado com as dificuldades, e aos meus filhos, meus anjos (Júnior e Sara) que estão ao lado de Deus olhando por mim.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Variação da temperatura ao longo do experimento. Pombal-PB, 2016..... 15
- Figura 2 - Precipitação relativa ao longo do experimento. Pombal-PB, 2016..... 16
- Figura 3 - Ilustração da área de coleta do solo para o preenchimento dos lisímetro (A), da camada de brita e areia grossa (B), saída do dreno (C), do enchimento dos lisímetro com o cilindro ao centro (D), da cobertura com palha de milho triturada (E), Pombal- PB, 201618
- Figura 4 - Ilustração do sistema de irrigação (A) e visão do experimento (B). CCTA/UFCG, Pombal- PB, 2016.....19
- Figura 5 - Variação da condutividade elétrica da água de drenagem (CEd) em função do tempo de exposição das plantas aos níveis de salinidade da água. Pombal-PB, 201623
- Figura 6 - Condutância estomática-gs (A), Concentração interna de CO₂-Ci (B) e eficiência no uso da água-EiUA (C) de genótipos de citros irrigados com águas salinizadas. Pombal, PB, 2017.....27
- Figura 7 - Fluorescência mínima do tecido vegetal iluminado-Fo' (A), fluorescência máxima após adaptação à luz saturante-Fm' (B) de genótipos de citros aos 60 e 120 dias após o início da aplicação das águas salinizadas, respectivamente. Pombal, PB, 2017.....30
- Figura 8 - Diâmetro de caule do porta-enxerto (DC) (mm) das combinações entre a lima ácida 'Tahiti' e cada genótipo de citros de genótipos de citros aos 180 dias após o início da aplicação das águas salinizadas (S1= 0,3 e S2= 3,0 dS m⁻¹) (DAIE). Pombal, PB, 2017.....34
- Figura 9 - Diâmetro de caule do porta-enxerto (DC) (mm) das combinações entre a lima ácida 'Tahiti' em cada genótipo de citros em função do tempo, com dados de avaliações aos 15, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após o início da aplicação das águas salinizadas (DAIE). Pombal, PB, 2017.....35
- Figura 10 - Diâmetro de caule medido no ponto de enxertia (Denx) (mm) das combinações entre a lima ácida 'Tahiti' e cada genótipo de citros de genótipos de citros aos 180 dias após o início da aplicação das águas salinizadas (S1= 0,3 e S2= 3,0 dS m⁻¹) (DAIE). Pombal, PB, 2017.....36
- Figura 11 - Diâmetro de caule medido no ponto de enxertia (DENx) (mm) das combinações entre a lima ácida 'Tahiti' em cada genótipo de citros em função do tempo, com

	dados de avaliações aos 15, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após o início da aplicação das águas salinizadas (DAIE). Pombal, PB, 2017.....	38
Figura 12 - Diâmetro de caule medido da copa (DCopa) (mm) das combinações entre a lima ácida ‘Tahiti’ e cada genótipo de citros de genótipos de citros aos 180 dias após o início da aplicação das águas salinizadas (S1= 0,3 e S2= 3,0 dS m-1) (DAIE). Pombal, PB, 2017.....		39
Figura 13 - Diâmetro de caule medido da Dopa (Dcopa) (mm) das combinações entre a lima ácida ‘Tahiti’ em cada genótipo de citros em função do tempo, com dados de avaliações aos 15, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após o início da aplicação das águas salinizadas (DAIE). Pombal, PB, 2017.....		40
Figura 14 - Número de folhas (NF) das combinações entre a lima ácida ‘Tahiti’ e cada genótipo de citros de genótipos de citros aos 180 dias após o início da aplicação das águas salinizadas (S1= 0,3 e S2= 3,0 dS m-1) (DAIE). Pombal, PB, 2017.....		41
Figura 15 - Número de folha (NF) das combinações entre a lima ácida ‘Tahiti’ em cada genótipo de citros em função do tempo, com dados de avaliações aos 15, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após o início da aplicação das águas salinizadas (DAIE). Pombal, PB, 2017.....		42

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Características químicas do solo utilizado para o preenchimento dos lisímetros de cultivo das plantas de citros. Pombal, PB, 2017.....20
- Tabela 2 - Resumo da análise de variância para a concentração interna de CO₂ (C_i), transpiração (E), condutância estomática (g_s), taxa de assimilação de CO₂ (A), eficiência no uso da água (E_iUA) e eficiência instantânea da carboxilação após 2, 15, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após o início da aplicação das águas salinizadas (DAIE). Pombal, PB, 2017.....23
- Tabela 3 - Teste de médias referente à concentração interna de CO₂ (C_i) aos 90 e 150, transpiração (E) aos 15, condutância estomática (g_s) 15, fotossíntese (A) ao 15 e eficiência no uso da água (E_iUA) aos 150 dias após o início da aplicação das águas salinizadas. Pombal, PB, 2017.....26
- Tabela 4 - Resumo da análise de variância relativa à fluorescência inicial (F_o), fluorescência máxima (F_m), fluorescência variável (F_v) e eficiência quântica fotoquímica máxima do Fotossistema II (F_v/F_m) de genótipos de citros após 60, 120 e 180 dias após o início da aplicação das águas salinizadas. Pombal, PB, 2017.....28
- Tabela 5 - Fluorescência mínima do tecido vegetal iluminado (F_o'), fluorescência máxima após adaptação à luz saturante (F_m'), Fluorescência inicial antes do pulso de saturação (F_S), o rendimento quântico de extinção fotoquímica regulada (Y_{NPQ}), o rendimento quântico de extinção fotoquímica não regulada (Y_{NO}) e coeficiente de extinção fotoquímico pelo modelo lake (q_L), de genótipos de citros após 60, 120 e 180 dias após o início da aplicação das águas salinizadas. Pombal, PB, 2017.....29
- Tabela 6 - Teste de médias referente à e fluorescência máxima após adaptação à luz saturante (F_m') aos 120 dias, Fluorescência mínima do tecido vegetal iluminado (F_o') aos 180 dias e fluorescência máxima após adaptação à luz saturante (F_m') aos 180 dias após o início da aplicação das águas salinizadas. Pombal, PB, 2017.....31
- Tabela 7 - Resumo da análise de variância para o diâmetro do caule (DC), diâmetro da enxertia (DENX), diâmetro da copa (DCOPA) e número de folhas (NF) após 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após o início da aplicação das águas salinizadas. Pombal, PB, 2017.....32

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1 INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1. Objetivo Geral	14
2.2 Objetivos Específicos	14
3 Revisão Bibliográfica	15
3.1 Água Na Agricultura	15
3.2 Citros	16
3.3 Salinidade Em Citros	17
4 MATERIAIS E MÉTODOS	20
4.1 Localização Do Experimento	20
4.2 Variáveis Ambientais	20
4.3. Tratamentos E Delineamento Estatístico	21
4.4 Instalação E Condução Do Experimento	22
4.5 Preparação Das Águas De Irrigação	25
4.6 Variáveis Analisadas	25
4.6.1 Variáveis Fisiológicas	25
4.7 Análise Estatística	26
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1 Trocas Gasosas e Fluorescência	28
5.2 Crescimento	36
6 CONCLUSÕES	48
7 REFERÊNCIAS	49

RESUMO

Silva, L. A. S. **Ecofisiologia de Combinações Copa/porta-enxerto de Citros sob Salinidade da Água até a Préfloração** 2017. 50 f. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2017.

As plantas cítricas possuem grande importância socioeconômica no Brasil e no mundo, todavia, em regiões com limitações hídricas qualitativas e quantitativas, a exemplo em localidade do semiárida, há necessidade de estratégias de manejo que melhorem o desempenho da cultura. Com isso, objetivou-se avaliar a ecofisiologia de genótipos de citros a partir de progênies oriundas de cruzamento da tangerineira ‘Sunki’ com limão ‘Cravo’ e *Poncirus trioliata*, estando combinadas à lima ácida ‘Tahiti’ como copa, todos obtidos junto a Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas, BA. O experimento foi realizado em condições de campo, na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), campos Pombal PB, em lisímetro de drenagem com capacidade de 150 dm³, estudando-se 10 combinações copa/porta-enxerto, referentes a Tahiti enxertada em 10 genótipos de citros (nove híbridos e uma testemunha), irrigadas com dois níveis de salinidade da água (CEa) ($S_1=0,3$ e $S_2=3,0$ dS m⁻¹), perfazendo um esquema fatorial 10 x 2. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com 3 repetições e cada parcela constituída por uma planta útil, totalizando 60 parcelas. As mudas enxertadas foram transplantadas com um ano de idade desde o semeio, sendo o início das aplicações do estresse salino aos 15 dias após o transplante perdurando até o período de préfloração, ou seja, até os 195 dias após o transplante. Durante esse período as plantas foram analisadas quanto ao crescimento, trocas gasosas, fluorescência da clorofila *a*. A irrigação com água salina de 3,0 dS m⁻¹ não influenciou atividade fotossintética das combinações copa/porta-enxerto de citros estudadas até a préfloração. Os maiores crescimentos foram obtidos pelas combinações entre a lima ácida ‘Tahiti’ com o TSKC x (LCR x TR) – 017, TSKFL x TRBK – 011 e o TSKFL x TRBK – 030, mesmo sob maior nível de salinidade; As maiores reduções no crescimento em função da salinidade são observadas nas combinações compostas pelo ‘Tahiti’ enxertado com TSKC x (LCR x TR) – 032, TSKFL x TRBK – 028 e a testemunha LCRSTC, sendo esta última a mais sensível a salinidade; As combinações menos sensíveis à salinidade foram compostas pelo ‘Tahiti’ enxertado com o TSKFL x (LCR x TR) – 018, TSKFL x TRBK – 011, TSKFL x TRBK – 30.

Palavras-Chave: *Citrus spp*, Trocas Gasosas, Crescimento, Estresse Salino.

¹Orientador: Prof. DSc. Marcos Eric Barbosa Brito, CCTA/UFCG.

ABSTRACT

Silva, L. A. S. **Ecofisiologia de Combinações Copa/porta-enxerto de Citros sob Salinidade da Água até a Préfloração** 2017. 50 f. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2017.

Citrus plants have great socioeconomic importance in Brazil and in the world, however, In regions with qualitative and quantitative water limitations, the example, in location of semiárido, There need for management strategies that improve crop performance. With that, the objective of this study was to evaluate the ecophysiology of citrus genotypes of progenies of crossing gives mandarina Sunki 'with lemon' blackhead 'and Poncirus trioliata, Being combined with the acidic file 'Tahiti' as a scullery Being combined with the acidic file 'Tahiti how scullery, All obtained Together The, In Cross of Almas, BA. The experiment was carried out under field conditions, At the Federal University of Campina Grande (UFCG), Pombal PB fields, Em lisímetro de drenagem com capacidade de 150 dm³, Studying 10 scullery/rootstock combinations, Referring to Tahiti grafted on 10 citrus genotypes (nine hybrids and one witness) Irrigated with two water salinity levels (CEa) (S1 = 0.3 and S2 = 3.0 dS m⁻¹) Making a 10 x 2 factorial scheme The experimental design was a randomized block design, With 3 replicates and each plot consisting of a useful plant, totalizing 60 Parcel. The grafted seedlings were transplanted at one year of age from the sowing, Being the beginning of the applications of the saline stress to the 15 days after the transplant lasting until the period of préfloração, That is, up to 195 days after transplanting, During this period the plants were analyzed for growth, Gaseous Exchanges, Chlorophyll fluorescence *a*. Irrigation with 3.0 dS m⁻¹ saline water did not influence photosynthetic activity of the citrus canopy / rootstock combinations studied until pre-chlorination; The highest growths were obtained by the combinations in between The Tahiti acid file with TSKC x (LCR x TR) - 017, TSKFL x TRBK - 011 and TSKFL x TRBK - 030, even under a higher salinity level; The highest reductions in growth as a function of salinity are observed in the combinations composed of Tahiti grafted TSKC x (LCR x TR) - 032, TSKFL x TRBK - 028 and the LCRSTC control, the latter being the most sensitive to salinity; The combinations less sensitive to salinity were composed of Tahiti 'grafted with TSKFL x (LCR x TR) - 018, TSKFL x TRBK - 011, TSKFL x TRBK - 30.

Key words: Citrus spp, Gaseous Exchanges, Growth, Saline Stress.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de frutas cítricas e o maior exportador de suco concentrado e congelado de laranja, tendo como principais regiões produtoras de frutas cítricas o Sudeste, embora o cultivo desta fruteira esteja distribuídos em todas as regiões do País. Sendo a quinta comódite mais produzida no país (FAO, 2014). No ano de 2015 a produção nacional (laranjas, limões e tangerinas) foi superior a 16 bilhões de toneladas (IBGE, 2016),

A segunda maior produção de citros no Brasil é obtida nos estados da região Nordeste, onde a citricultura possui grande relevância socioeconômica, o que é relacionada a geração de emprego e renda. Contudo, a produção e produtividade está aquém do potencial da cultura, já que se constata uma produtividade média de 11,8 t ha⁻¹ (IBGE, 2016), o que pode ser atribuído ao uso de combinações copa/porta-enxerto menos produtivas e, ainda, ao déficit hídrico natural que ocorre nos meses mais quentes do ano, o que remete a necessidade de uso de sistemas de irrigação para se obter um aumento na produção, assim como observado por BRAZ et al. (2009), estudando a frequência e lâminas de irrigação em lima ácida ‘Tahiti’ [*C. latifolia* (Yu Tanaka) Tanaka].

Verificam-se também nessa região, em vários locais, concentrações relativamente elevadas de sais nas fontes hídricas, contudo, em função das precipitações irregulares insuficiente para lavar os sais, e da contribuição do material de origem (AUDRY; SUASSUNA, 1995; SANTOS, 2008; OLIVEIRA et al., 2010). O uso dessas águas na irrigação pode influenciar o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das plantas cítricas, visto que as mesmas são consideradas sensíveis à salinidade (MASS et al., 1993; LEVY; SYVERTSEN, 2004). Entretanto, a literatura tem reportado genótipos usados como porta-enxertos com potencial tolerância à salinidade (FERNANDES, 2011 et al., HUSSAIN et al 2012; SILVA et al., 2012; HUSSAIN et al., 2015; BRITO et al., 2016).

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; ZHAO et al., 2007; 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 (GRIEVE, 2007; PRIOR et al., 2007; FERNANDES et al., 2011; BRITO et al., 2014).

Para a identificação de genótipos tolerantes, sucessivas avaliações devem ser realizadas, as quais devem compreender todo o sistema de produção da cultura, em se

tratando de citros, a priori, deve-se identificar materiais tolerantes na fase de formação do porta-enxerto (BRITO et al., 2008 e FERNANDES et al., 2011) ou na fase de formação da muda enxertada (BRITO et al., 2014 e BRITO et al., 2015), sendo que estes materiais com potencial devem ser levados a campo para consolidar a recomendação.

Neste processo de seleção de genótipos ou combinações copa/porta-enxertos de citros tolerantes à salinidade, pode-se atentar para o estudo das trocas gasosas das plantas, da fluorescência, além de aspectos de crescimento, já que, segundo vários autores, a salinidade da água e do solo tende a alterar tais características nas plantas (FLOWERS E FLOWERS, 2005; BRITO, 2008; DIAS E BLANCO, 2010; FERNANDES et al., 2011; BRITO et al., 2014, e SILVA et al., 2014).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Estudar o comportamento ecofisiológico de combinações copa/porta-enxertos de citros até a prefloração das plantas, em campo, sob estresse salino.

2.2 Objetivos Específicos

Determinar as alterações fisiológicas dos genótipos de citros sob estresse salino, com a determinação das trocas gasosas e a análise da fluorescência da clorofila;

Estudar as alterações morfológicas das plantas cítricas sob estresse salino durante o crescimento inicial até a prefloração, por meio das análises de crescimento;

Avaliar a tolerância dos genótipos de citros ao estresse salino durante a fase inicial de crescimento até a prefloração.

3 Revisão Bibliográfica

3.1 Água Na Agricultura

O globo terrestre é coberto por 70% de água, sendo este o recurso mais abundante e vital para vida, correspondendo a um volume de aproximadamente 1.385.984.610 km³. Deste total, porém, 97,5% é relativo a água salgada e apenas 2,5% em água doce, ou seja: 1.351 bilhões km³ e 34,6 milhões km³, respectivamente (BORGHETTI et al., 2010). Em torno 12% da água doce do mundo está no Brasil, disponível em rios, abrigando o maior rio em extensão e volume do Planeta, o Amazonas, além de aquíferos e poços rasos. Além disso, mais de 90% do território brasileiro recebe chuvas abundantes durante o ano e as condições climáticas e geológicas propiciam a formação de uma extensa e densa rede de rios, com exceção do semiárido, onde os rios são de baixa vazão e temporários (ISA, 2005).

A agricultura é responsável por cerca de 70% do uso consultivo dos recursos hídricos, que é referente a retirada da água de sua fonte natural diminuindo sua disponibilidade espacial e temporalmente. Estudos preliminares da FAO têm mostrado a importância do aumento da produtividade agrícola para suprir o aumento demográfico e o deslocamento da população para grandes centros urbanos (POSSAS, 2011), o que pode proporcionar um colapso no consumo e o aumento nos conflitos pelo uso da água, o que tem exigido, por parte dos Governos Estaduais e Federal, medidas para o controle de seu uso e de sua qualidade (MENDEIROS et al., 2009).

Todavia, para garantir a produção agrícola com segurança, a irrigação, às vezes, é a única prática possível, principalmente em regiões tropicais de clima quente e seco, como é o caso do semiárido do Nordeste brasileiro onde ocorre o déficit hídrico para as plantas devido a taxa de evapotranspiração exceder a de precipitação durante a maior parte do ano (GHEYI et al., 2010).

Na região semiárida a disponibilidade de água para a agricultura é limitada, pois esta região possui uma precipitação média anual de 750 mm concentrada em quatro meses do ano, e uma evapotranspiração média anual de 2000 mm. Neste sentido, devem-se adotar estratégias de captação e armazenamento de água para usar nos períodos secos. Além deste fato, a maioria das águas de poços da região contém sais (AUDRY; SUASSUNA, 1995; SANTOS, 2015), sendo possível cultivar apenas plantas tolerantes a tais condições, ou sob manejo de irrigação que preconize o controle de sais no solo, adotando-se, por exemplo, o uso da fração de lixiviação, sistemas de drenagens superficiais e subterrâneos ou a aplicação de corretivos como o gesso, caso o solo seja deficiente deste composto e a água possua alta sodicidade.

3.2 Citros

Os citros são oriundos de áreas subtropicais e tropicais da Ásia, pertencendo 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; BLUMER, 2005; MEDINA et al., 2008).

A citricultura é uma atividade agrícola que se destaca por gerar renda e emprego para o homem do campo, tanto de forma direta, quanto indireta, e, sobretudo, divisas provenientes da exportação de seus produtos, em especial do suco de laranja concentrado e congelado, (NEVES et al., 2010).

O Brasil é um dos maiores produtores de citros do mundo, produzindo, em 2015, cerca de 14.851,788 Mg com um rendimento médio de 22.842 kg ha⁻¹, o Sudeste é a maior região produtora, com uma produção de 11.248,286 Mg e um rendimento médio de 25.468 Kg ha⁻¹. Já a região Nordeste é a segunda maior produtora do país, onde se encontram cultivos de citros em todos os estados. Nessa região, a produção é cerca de 1.658,588 Mg, verificando-se uma produtividade média de 13.627 kg ha⁻¹, o estado da Paraíba responde com 5.250 kg ha⁻¹ das frutas, em especial a tangerineira, onde se tem um rendimento médio de 7.075 kg ha⁻¹ (IBGE, 2016), sendo valores aquém da potencialidade da cultura, que equivalentes a 40.000 kg ha⁻¹ em alguns países (FAO, 2014).

Ademais, o baixo rendimento observado no Brasil, em especial na região Nordeste é relativo ao déficit hídrico natural que ocorre na região, verificando-se limitação na quantidade e distribuição das chuvas, o que limita o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das plantas (LECHINOSKI et al., 2007; NASCIMENTO et al., 2012), fazendo-se necessário o uso da irrigação para se obter rendimentos satisfatórios (BRAZ et al., 2009).

Além do déficit hídrico, outro aspecto fundamental para a garantia de maior produtividade é a qualidade genética e sanitária das mudas, que refletirão na vida útil da planta (CARVALHO et al., 2005; REZENDE et al., 2010). Para formação de uma muda de citros, assim como de outras fruteiras, a combinação copa/porta-enxerto deve atender alguns critérios específicos em relação a formação dos portas-enxerto e da muda propriamente dita. Contudo, os interesses e necessidades da copa e do porta-enxerto nem sempre são comuns, ou seja, pode ocorrer incompatibilidade (LEVY; SYVERTSEN, 2004, 2005; OLIVEIRA et al., 2005).

Na citricultura Brasileira, por muitos anos, o porta-enxerto mais utilizado pelos produtores foi o limoeiro ‘Cravo’ (*C. limonea* L. Osback), o que pode ser relacionado a sua capacidade de adaptação às diferentes condições edafoclimáticas (SILVA; SOUSA, 2002; BRITO et al., 2014). Todavia, é de grande importância a diversificação, observando-se no uso de outros materiais, como o limoeiro Rugoso (*C. jambhiri* Lush), as tangerineiras ‘Cleopatra’ e ‘Sunki’, [*C. sunki* (Hayata) hort. Ex Tanaka], o citrumelo ‘Swingle’ [*C. paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.] e do limoeiro Volkameriano’ (FERNANDES et al., 2011) potencial para essa diversificação ou mesmo para a realização de cruzamentos e obtenção de novos híbridos.

A respeito de novos híbridos, que podem ser oriundos dos materiais descritos, tem se verificado estudos para seleção de genótipos tolerantes a estresses bióticos e abióticos, a exemplo do estresse salino no semiárido Nordeste (SILVA et al., 2014; SÁ et al., 2015; BRITO et al., 2015). Isso torna ainda mais importante o estudo destes materiais em todas as fases do sistema de produção de citros, afim de se verificar a viabilidade de uso dos materiais, evitando-se, assim, que os pomares fiquem vulneráveis a esses estresses, que estão cada dia mais notórios.

3.3 Salinidade Em Citros

Tendo em vista a capacidade das plantas cítricas de se adaptarem as condições diversas, é possível seleção de genótipos que sejam tolerantes a estresses, sejam bióticos, ou abióticos, como é o caso da salinidade, sendo importante que os materiais selecionados sejam capazes de manter produções economicamente viáveis, mesmo quando não se pode manter a salinidade do solo em níveis baixos (SILVA et al., 2012; BRITO et al., 2014).

A tolerância à salinidade é variável entre espécies, entre genótipos, mesmo em uma espécie, e entre estádios de desenvolvimento da planta, ressaltando-se que, em cada fase, a tolerância à salinidade é controlada por mais de um gene e altamente influenciada por fatores ambientais (FLOWERS, 2004; FLOWERS e FLOWERS, 2005; MUNNS, 2005; HUSSAIN et al., 2012; SYVERTSEN; GARCIA-SANCHEZ, 2014).

Para comprovação desta variabilidade, alguns autores tem estudado plantas cítricas enquanto porta-enxerto, podendo-se destacar o limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, além de híbridos entre a tangerineira Sunki Comum (TSKC) em cruzamento com outro híbrido formado pelo limoeiro Cravo (LCR) e o *Poncirus trifoliata* (TR), com denominação de TSKC x (LCR x TR) – 040, como genótipos com potencial tolerância ao estresse salino enquanto porta-enxerto, (BRITO et al., 2008; SILVA et al., 2014); todavia, outros híbridos também tem sido destacados como potenciais, formados a partir do cruzamento do TSKC com o citrumelo

Swingle (CTSW), denominado TSKC x CTSW = 041 e o híbrido entre o LCR e o limoeiro Volkameriano (LVK), denominado LCR x LVK – 038 (BARBOSA, 2012), inclusive materiais lançados como variedades pela Embrapa, como o Citrandarin ‘San Diego’, oriundo do cruzamento entre o TSKC e o TR English (TRSW) que foi estudado por BRITO et al., (2010) e mostrou interessante potencial fisiológico.

Ademais, mesmo com expressiva tolerância à seca e salinidade, o limoeiro ‘Cravo’ é susceptível a problemas fitossanitários e tem limitado a produção da cultura, ou seja, nem todas variedades copa consegue atingir o máximo potencial produtivo, sendo de grande importância a diversificação. Segundo alguns autores (MATOS JUNIOR, 2005; SILVA et al., 2014; BRITO et al., 2014) há necessidade de se obter novos materiais a partir de melhoramento genético, de modo a diversificar cultivares a serem usadas como porta-enxerto e com combinação com as copas, sendo uma das características importantes a tolerância a salinidade. Neste sentido, o Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura - PMG Citros tem desenvolvido híbridos provenientes de vários cruzamentos, os quais poderão ser usados nos sistemas de produção da cultura.

Todavia, tais estudos devem se estender, ainda, na fase de produção em campo, já que o efeito do estresse salino pode ocasionar distúrbios fisiológicos que tende a diminuir, por exemplo, a condutância estomática e a difusão do CO₂ para a taxa fotossintética, conseqüentemente todo processo de crescimento e desenvolvimento das plantas (HUSSAIN et al., 2012), o que pode gerar redução na produção da cultura. Embora isso possa estar relacionado a mecanismos de tolerância e/ou sobrevivência ao estresse (MAGALHÃES FILHO et al., 2008), é importante o estudo no sentido de verificar a viabilidade do uso dos materiais em campo.

Segundo Silva et al. (2014), estudos relacionados a fotossíntese e a florescência da clorofila vem se mostrando bem sucedidos em diferentes variedades de importância agrícola, como a beterraba, eucalipto e citros, o que pode ampliar a capacidade de identificação de materiais com potencial tolerância, mesmo na fase inicial do estresse (MENDONÇA et al., 2010 e BRITO et al., 2012). A exemplo, Sá et al. (2015), estudando híbridos de tangerineira Sunki Comum após 24 horas da aplicação dos tratamentos, observaram efeito significativo da interação entre salinidade e os híbridos estudados nas variáveis *Ci*, *A_{EiUA}* e *EiCI* e efeito isolados para *E* e *gs*. Resultados que convergem com informações de tolerância de plantas observados por (FERNANDES et al., 2011, BRITO et al., 2014), que estudaram porta-enxertos de citros durante um maior período de estresse salino.

Outra ferramenta importante para percepção do estresse salino é o estudo da florescência da clorofila *a*; conforme SILVA et al., (2014), o aumento da salinidade para 4,0

dS m⁻¹ proporciona acréscimo nos valores da fluorescência inicial das plantas de citros em relação às aquelas irrigadas com águas de 0,3 dS m⁻¹. Observando-se que as reações fotoquímicas estão ativas quando a quinona, receptora primária de elétrons (QA) do fotossistema II (PSII), está totalmente oxidada e o centro de reação (P680) está aberto (MUNNS; TESTER, 2008; LUCENA, 2012), o que baseiam aqueles autores a informar que as plantas perceberam o estresse até 24 horas da aplicação.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Localização Do Experimento

O experimento foi realizado do dia cinco de fevereiro a cinco de agosto na Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA, localizado no município de Pombal, Paraíba, PB, nas coordenadas geográficas 6°47'20" de latitude S e 37°48'01" de longitude W, a uma altitude de 194 m.

4.2 Variáveis Ambientais

Durante o período experimental, realizou-se o monitoramento da temperatura e da precipitação, além de terem sido obtidos dados de condutividade elétrica da água de drenagem. Observando-se que a temperatura máxima variou entre 30 e 39°C durante os meses de fevereiro de 2016, época da implantação, até o mês de agosto deste ano, quando foi finalizado o período de prefloração; já para a temperatura mínima, nota-se que os valores variaram entre 15 e 26°C, sendo as médias de temperatura máxima e mínima, respectivamente, equivalentes a $34,1 \pm 1,3^\circ\text{C}$ e $21,4 \pm 2,0^\circ\text{C}$ (Figura 1).

A temperatura é um dos fatores que alteram o crescimento e o desenvolvimento das plantas cítricas, conforme informações contidas em Mattos Junior et al., (2005), para que se tenha o máximo de crescimento na fase vegetativa, é interessante que se tenha uma temperatura entre 23 e 31° C, observando-se, ainda, que temperaturas inferiores a 12° C e superiores a 32° C ocasionam redução nas taxas de crescimento, verificando-se para o período avaliado, limitação quanto a temperatura máxima, que teve média próxima a 34° C; todavia, essas informações são relativas a laranjeira doce, o que pode ser modificado conforme a combinação copa/porta-enxerto, podendo ser identificado neste trabalho.

Quanto a precipitação pluviométrica, observa-se que esta foi concentrada no mês de março, ocorrendo, ainda, alguns eventos de chuvas nos meses de abril e junho, somando um valor de 264 mm (Figura 2), o que é insuficiente para a garantia de alta produtividade da cultura dos citros, que demandam, conforme a literatura (Mattos Junior et al., 2005), entre 600 e 1300 mm, sendo esse valor variável com as condições climáticas. Para o cultivo da lima ácida 'Tahiti' no semiárido, Braz et al. (2009) também verificaram precipitação semelhante a observada no período de condução deste experimento, com valor na ordem 289 mm, o que os autores indicaram como insuficiente, sendo necessário a reposição de água com 100% da evapotranspiração da cultura (ETc), o que, para a situação desses autores, variou entre 4,7 e 5,2 mm, ou seja, entre 1700 e 1900 mm ano⁻¹.

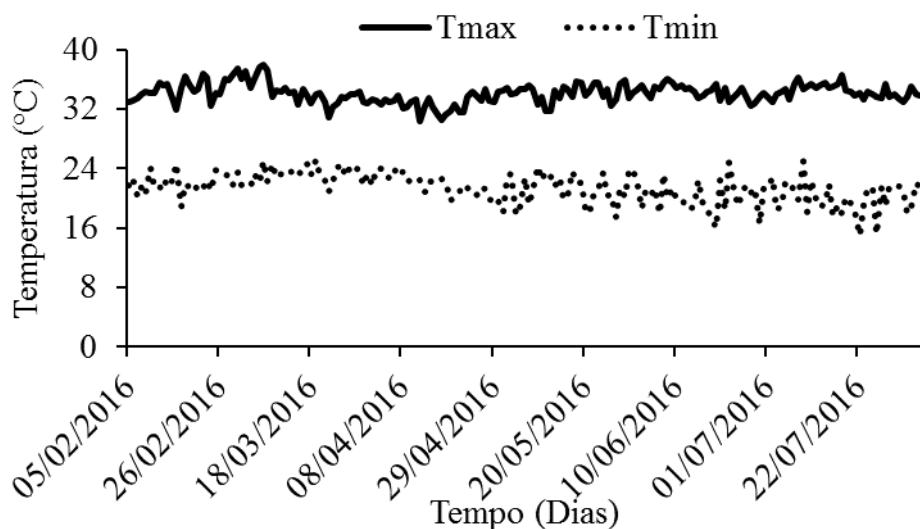


Figura 1. Variação da temperatura durante os meses de fevereiro a agosto, equivalente ao período de prefloração. Pombal-PB, 2016.

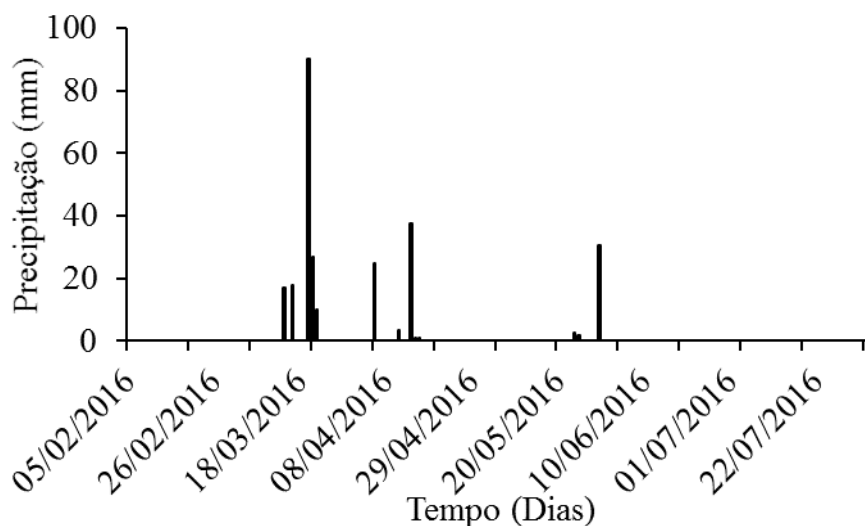


Figura 2. Dados de precipitação ao longo do experimento. Pombal-PB, 2016.

Analisando-se tal condição de precipitação, o cultivo da lima ácida ‘Tahiti’ no semiárido só pode ocorrer com a suplementação hídrica, ou seja, é necessário o uso da irrigação, que é viável, já que pode ocasionar incremento na produção.

4.3. Tratamentos E Delineamento Estatístico

O experimento realizado em delineamento experimental em blocos casualizados, com esquema fatorial, 2x10, relativos a:

- a. Dois níveis de salinidade da água de irrigação (CE_a), $S_1=0,3$ e $S_2=3,0$ dS m^{-1} , iniciando-se aos 15 dias após a transplante (DAT) de mudas em lisímetros, perdurando até o início da floração.

- b. Dez combinações copa/porta-enxerto, relativos a limeira ácida 'Tahiti' enxertada em dez genótipos usados como porta-enxertos de citros, todos oriundos do programa de melhoramento genótipos de Citros (PMG-Citros) da Embrapa Mandioca e Fruticultura, sendo:
- i. Cinco genótipos do cruzamento: tangerineira Sunki [três da seleção Comum (TSKC) e dois da seleção da Flórida (TSKFL)] x [limoeiro Cravo (LCR) (*Citrus limonea* L. Osbeck) x *Poncirus trifoliata* (TR)];
 - ii. Quatro genótipos do cruzamento TSKFL x [*Poncirus trifoliata* Beneke (TRBK)];
 - iii. E um genótipo testemunha, o limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (LCRSTC), por constituir o material mais usado na citricultura brasileira como porta-enxerto.

Unindo-se os fatores, tem-se como resultado 20 tratamentos (2 níveis de salinidade x 10 genótipos), que foram repetidos em 3 blocos, sendo cada parcela constituída por uma planta, totalizando 60 parcelas.

4.4 Instalação E Condução Do Experimento

As mudas de cada genótipo de citros enxertada com a limeira ácida 'Tahiti' foram obtidas junto ao viveiro de produção de mudas da Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas, BA, seguindo recomendações de produção de mudas certificadas e usando-se materiais de origem apogamia as mudas foram produzidas em sacolas plásticas com 2 L e, após a aclimatada ao clima da região, transplantou-se para sacolas com capacidade de 5 L. As mudas foram conduzidas, inicialmente, com uma fuste, ao alcançar 50 cm de comprimento, estas foram podadas, deixando-se brotar 3 hastes da copa, formando, assim, a muda tipo copinha, sendo o transplante realizado aos 365 dias após a semeadura (DAS).

As plantas de citros foram cultivadas em lisímetros de 150 L, com espaçamento 2 por 2 m entre lisímetros. O lisímetro foi confeccionado com uma caixa d'água de 150 L, a qual foi pintada com a cor branca, de modo a aumentar a refletância, e reduzir a conservação de calor no solo. Após essa preparação, inseriu-se um registro de 18 mm na base do lisímetro, de modo a garantir o escoamento do excesso de água no solo, e para determinar o consumo hídrico.

O preenchimento de cada lisímetro ocorreu com solo retirado de uma área da fazenda experimental da UFCG, no Município de São Domingos, PB, seguindo a caracterização de horizontes diagnósticos do solo, com coletas de amostras de 0- 0,2 m e de 0,2 a 0,4 m (Figura 3 A). Neste processo, utilizou-se, a priori, uma camada de 15 L de brita e areia, sendo 8 e 7 L respectivamente que formaram uma camada de 0,04 m de altura, visando facilitar a drenagem do excesso de água (Figura 3 B e C). Seguido a esta camada, o preenchimento simulou uma cova de plantio em campo com dimensões de 40 de diâmetro e 40 cm de profundidade, para tanto, misturou-se 40 L de solo com 20 L de esterco bovino curtido e a adubação fosfatada

com supersimples, que foram colocados no centro do lisímetro, com o auxílio de um cilindro com as dimensões da cova especificada, a parte externa do cilindro foi preenchida com o solo (Figura 3 D).



Figura 3. Ilustração da área de coleta do solo para o preenchimento dos lisímetro (A), da camada de brita e areia grossa (B), saída do dreno (C), do enchimento dos lisímetro com o cilindro ao centro (D), da cobertura com palha de milho triturada (E), CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2016.

Colocou-se 15 L de brita+areia, seguido de 60 L de solo+esterco dentro do cilindro e 60 L de solo fora do cilindro, de modo que os lisímetros foram preenchidos com um volume de 135 L (Figura 3 C). Após o preenchimento foi colocado uma camada de cobertura morta com 1kg de palha de milho (Figuras 3 E), visando diminuir a evaporação; também foi plantado grama de jardim nas ruas entre as caixas para forma um microclima amenizando a temperatura.

A irrigação, conforme cada nível de salinidade, foi realizada usando-se um sistema de irrigação localizada, a partir de fitas gotejadoras de vazão regulada de $1,9 \text{ L h}^{-1}$ por gotejador, estando dispostos cinco gotejadores por planta, para auxiliar a fixação da fita gotejadora em cada lisímetro, esta foi afixada a um círculo de ferro com diâmetro de 4.2 mm (Figura 4 A).

O manejo de irrigação foi realizado pelo método do balanço hídrico, de forma a repor o consumo médio diário das plantas, sendo que, semanalmente, o consumo de água foi acrescido de uma fração de lixiviação, correspondente a divisão do valor do volume consumo durante a semana (L) por 0,9, a fim de se obter uma fração de lixiviação correspondente a 10%, possibilitando a redução de parte dos sais acumulados na zona radicular, provenientes da água de irrigação (Expressão 1).

$$VI = \frac{(Va - Vd)}{1 - FL}$$

Exp. 1



Figura 4. Ilustração do sistema de irrigação (A) e visão do experimento (B). CCTA/UFCG, Pombal- PB, 2016.

Em que: VI = volume a ser irrigado no próximo evento de irrigação (L); Va = volume aplicado no evento de irrigação anterior (L); Vd volume drenado (L), e FL = coeficiente usado para se obter uma fração de lixiviação de aproximadamente 10%.

Para realização da coleta da água drenada, conectou-se o registro instalado em cada lisímetro a uma mangueira, a qual permitiu o fluxo do fluido drenado para um recipiente plástico de 18 litros.

Até os 15 dias após o transplante as plantas receberam água com baixa condutividade elétrica (CE_a), proveniente do sistema de abastecimento local, CE_a de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$, a partir deste período foram aplicadas águas com os diferentes níveis de condutividade elétrica.

O manejo nutricional seguiu recomendações propostas por MATTOS JUNIOR et al., (2005), levando-se em consideração a análise do solo e do esterco (Tabela 1), adotando-se, ainda, todos os demais cuidados de controle de ervas daninhas, prevenção e controle de pragas e doenças, normalmente recomendados na produção de mudas cítricas (MATTOS JUNIOR et al., 2005).

Tabela 1 Características químicas do solo utilizado para o preenchimento dos lisímetros de cultivo das plantas de citros. Pombal, PB, 2017.

	Ph	C.E	P	N	K	Na	Ca	Mg	SB	(t)	MO
	CaCl ₂ 1:	dS/m ⁻¹	mg/dm ³	%	cmol/dm ³				cmol/dm ³		g Kg ⁻¹
Solo	7,26	0,03	7	0,16	0,52	0,36	4,55	2,35	7,79	7,42	3
Esterco	6,47	1,09	98	2,44	3,82	1,54	4,52	2,63	12,51	10,97	40

4.5 Preparação Das Águas De Irrigação

Como foram apenas dois níveis de condutividade das águas de irrigação, 0,3 e 3,0 dS m⁻¹, apenas o nível de 3 dS m⁻¹ necessitou ser preparado, o que foi realizado com a adição de NaCl, já que a água de 0,3 dS m⁻¹ foi proveniente do sistema de abastecimento local.

Para tanto, no preparo da água de irrigação com alto nível de salinidade, foi considerada a relação entre CE_a e concentração de sais ($10 \text{ meq L}^{-1} = 1 \text{ dS m}^{-1}$ de CE_a) extraída de Rhoades et al. (1992), válida para CE_a de 0,1 a 5,0 dS m⁻¹ em que se enquadra o nível a ser preparado, tendo como base a água de abastecimento existente no local. Após preparação, as águas foram armazenadas em recipientes plásticos de 500 L, um para cada nível de CE_a estudado, devidamente protegidos, evitando-se a evaporação, a entrada de água de chuva e a contaminação com materiais que pudessem comprometer sua qualidade. Ainda, aferiu-se, antes de cada irrigação, a CE_a, usando-se um condutivímetro portátil, que tinha a condutividade elétrica ajustada à temperatura de 25°C.

4.6 Variáveis Analisadas

4.6.1 Variáveis Fisiológicas

As variáveis fisiológicas foram determinadas aos: 2, 15, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após o início da aplicação do estresse nas mudas (DAIE); para medir as trocas gasosas das plantas foi utilizando um equipamento portátil de medição de fotossíntese “LCPro+” da ADC BioScientific Ltda, operando com irradiação de 1200 μmol fótons m⁻² s⁻¹ e CO₂ proveniente do ambiente à uma altura de 3 m da superfície do solo, obtendo-se as seguintes variáveis: Taxa de assimilação de CO₂ (*A*) (μmol m⁻² s⁻¹), transpiração (*E*) (mol de H₂O m⁻² s⁻¹), condutância estomática (*gs*) (mol de H₂O m⁻² s⁻¹) e concentração interna de CO₂ (*Ci*), sendo a pinça colocada na terceira folha contada a partir do ápice. De posse desses dados, foram quantificadas a eficiência instantânea no uso da água (*EiUA*) (*A/E*) [(μmol m⁻² s⁻¹) (mol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹] e a eficiência instantânea da carboxilação (*EiCi*) (*A/Ci*).

Aos 60, 120 e 180 DAIE foi avaliada a fluorescência da clorofila *a*, usando-se de um Fluorômetro de pulso modulado modelo OS5p da Opti Science; a priori, foi utilizado o protocolo Fv/Fm, afim de determinar as variáveis de indução de fluorescência: Fluorescência inicial (Fo), Fluorescência máxima (Fm), Fluorescência variável (Fv = Fm-Fo) e máxima eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) (GENTY et al. 1989); tal protocolo foi realizado após adaptação das folhas ao escuro por um período 12 horas e no amanhecer, usando um clipe do equipamento, de modo a garantir que todos os aceptores primários estivessem totalmente oxidados, ou seja, os centros de reação estivessem abertos.

Ainda com o uso do fluorômetro de pulso modulado, procedeu-se as avaliações em condições de claro, usando o protocolo ‘Yield’, aplicando-se uma fonte de iluminação actínica com pulso multi flash saturante, acoplado a um clipe de determinação da radiação fotossinteticamente ativa (PAR-Clip) afim de determinar as variáveis: Fluorescência inicial antes do pulso de saturação (F'), fluorescência máxima após adaptação à luz saturante (Fm'), taxa de transporte de elétrons (ETR), eficiência quântica do fotossistema II (Y_{II}). A partir destes resultados, foram determinadas as variáveis: Fluorescência mínima do tecido vegetal iluminado (Fo'), usando-se a expressão 3; O coeficiente de extinção fotoquímico pelo modelo lake (qL), usando-se a expressão 4; o rendimento quântico de extinção fotoquímica regulada (Y_{NPQ}), usando-se a expressão 5; e o rendimento quântico de extinção fotoquímica não regulada (Y_{NO}) com uso da expressão 6.

$$Fo' = Fo / [((Fm - Fo) / Fm + Fo / Fm')] \quad (\text{OXBOROUGH; BAKER, 1997}) \quad \text{Exp. 3}$$

$$qL = \frac{(Fm' - F')}{(Fm' - Fo')} * \left(\frac{Fo'}{F'} \right) \quad (\text{KRAMER et al., 2004}) \quad \text{Exp. 4}$$

$$Y_{NPQ} = \left(\frac{F'}{Fm'} \right) - \left(\frac{F'}{Fm} \right) \quad (\text{KRAMER et al., 2004}) \quad \text{Exp 5}$$

$$Y_{NO} = \frac{F'}{Fm} \quad (\text{KRAMER et al., 2004}) \quad \text{Exp. 6}$$

4.6.2 Variáveis De Crescimento

A cada 30 dias, contados a partir do início da diferenciação das águas de irrigação, foram mensurados o diâmetro de caule do porta-enxerto, o diâmetro de caule no ponto de enxertia, o diâmetro de caule na copa além do número de folhas.

O diâmetro de caule do porta-enxerto foi mensurado no colo da planta, já o diâmetro de caule da copa foi medido 2 cm acima do ponto de enxertia, sendo todos os diâmetros mensurados com um paquímetro digital com resultados em ‘mm’.

4.7 Análise Estatística

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste ‘F’. Nos casos de significância, foi realizado o teste de agrupamento de médias (Scott e Knott até 5%

de probabilidade) para o fator porta-enxerto durante a fase de formação de mudas em cada nível de salinidade da água estudado (FERREIRA, 2011).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período de precipitação, embora pouco expressivo e concentrado, foi interessante para a reduzir a condutividade elétrica na água de drenagem (CE_d) (Figura 5), observando-se, quanto a estes valores, que a aplicação de água com CE de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ ocasionou um acúmulo de sais na ordem de $0,0345 \text{ dS m}^{-1}$ diariamente, o que permitiu obter, aos 180 dias após o início do estresse (DAIE), uma condutividade média entre as combinações copa/porta-enxerto de $8,49 \text{ dS m}^{-1}$. Tal valor, se convertido em condutividade elétrica no estrato de saturação (CE_{es}) considerando informações de Ayers e Westcot (1999), resultaria em uma CE_{es} estimada em $4,3 \text{ dS m}^{-1}$, sendo um valor muito acima da salinidade limiar disposta para a cultura, que é de $1,4 \text{ dS m}^{-1}$ (MASS, 1993).

Ademais, nota-se coerência dos dados de CE_d com os dados de precipitação, após os meses que ocorreram os maiores eventos de chuva teve uma redução na CE_d , já que nota-se aproximação dos dados nas amostras coletadas dos lisímetros irrigados com águas de $0,3$ e $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ aos 30 DAIE e aos 150 DAIE, correspondentes aos meses de março e junho, quando se observou os maiores índices pluviométricos.

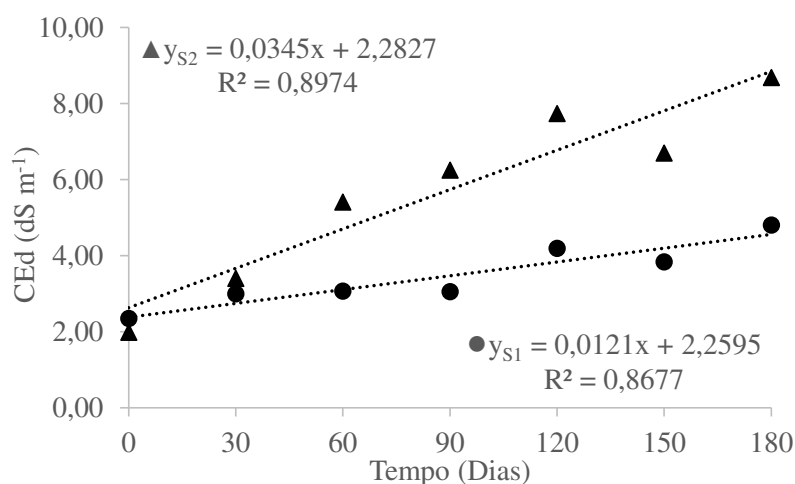


Figura 5. Variação da condutividade elétrica da água de drenagem (CE_d) em função do tempo de exposição das plantas aos níveis de salinidade da água. Pombal-PB, 2016.

5.1 Trocas Gasosas e Fluorescência

Ao avaliar as trocas gasosas, não se observou influência significativa da interação entre genótipos e a salinidade da água em nenhuma das épocas de avaliação (Tabela 2). Já para o fator genótipo, notou-se diferenças significativas na concentração interna de CO_2 (C_i) aos 90 e 150 dias após o início do estresse (DAIE), na transpiração (E), condutância estomática (g_s) e

na fotossíntese líquida (*A*) aos 15 DAIE e na eficiência instantânea no uso da água (*EiUA*) aos 150 DAIE.

Tabela 2: Resumo da análise de variância para a concentração interna de CO₂ (*Ci*), transpiração (*E*), condutância estomática (*gs*), taxa de assimilação de CO₂(*A*), eficiência no uso da água (*EiUA*) e eficiência instantânea da carboxilação após 2, 15, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após o início da aplicação das águas salinizadas (DAIE). Pombal, PB, 2017.

Fontes de Variação	Quadrado Médio							
	Período (DAIE)	Genótipos (G)	Salinidade (S)	G X S	BLOCO	ERRO	MÉDIA	CV (%)
<i>Ci</i>	2	368,090 ^{ns}	88,816 ^{ns}	177,853 ^{ns}	50048,51 ^{**}	407,832	230,18	8,3
	15	263,437 ^{ns}	0,066	442,251 ^{ns}	4250,46	268,414	225,96	7,25
	60	564,925 ^{ns}	5,40000 ^{ns}	197,807 ^{ns}	257,31 ^{ns}	327,071	222,66	8,12
	90	1561,044 [*]	6324,266 ^{**}	826,600 ^{ns}	2806,40 [*]	725,856	185,40	14,53
	120	1352,053 ^{ns}	176,816 ^{ns}	688,187 ^{ns}	508,21 ^{ns}	1467,672	202,68	18,90
	150	1175,037 [*]	680,066 ^{ns}	477,881 ^{ns}	1274,116 ^{ns}	520,783	214,83	10,62
	180	710,155 ^{ns}	777,600 ^{ns}	730,637 ^{ns}	506,116 ^{ns}	612,951	230,56	10,74
<i>E</i>	2	0,3441 ^{ns}	0,9200 ^{ns}	0,1315 ^{ns}	3,2961 ^{**}	0,3243	2,359	24,13
	15	0,7633 [*]	0,6181 ^{ns}	0,4880 ^{ns}	3,0774 ^{**}	0,3060	2,817	19,64
	60	0,3520 ^{ns}	0,1622 ^{ns}	0,3293 ^{ns}	5,4354 ^{**}	0,3568	2,581	23,14
	90	0,3108 ^{ns}	0,00002 ^{ns}	0,1735 ^{ns}	0,4025 ^{ns}	0,3031	2,285	24,09
	120	0,2546 ^{ns}	0,9200 ^{ns}	0,3081 ^{ns}	0,6699 ^{ns}	0,3598	2,251	26,64
	150	0,0293 ^{ns}	0,1450 ^{ns}	0,0610 ^{ns}	2,3670 ^{**}	0,0545	0,926	25,21
	180	0,1425 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,1203 ^{ns}	0,6051 [*]	0,1237	1,266	27,78
<i>Gs</i>	2	0,00096 ^{ns}	0,0064 [*]	0,0015 ^{ns}	0,0075 ^{ns}	0,0015	0,127	30,89
	15	0,0076 [*]	0,0074 ^{ns}	0,0037 ^{ns}	0,0084 ^{ns}	0,0026	0,169	30,54
	60	0,0020 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,0014 ^{ns}	0,0042 [*]	0,0012	0,128	27,88
	90	0,0013 ^{ns}	0,00001 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	0,0138 ^{**}	0,0013	0,101	36,52
	120	0,0012 ^{ns}	0,0036 ^{ns}	0,0009 ^{ns}	0,0051 ^{ns}	0,0018	0,109	39,18
	150	0,0001 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,0048 ^{**}	0,0002	0,050	29,22
	180	0,0004 ^{ns}	0,00001 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	0,0014 [*]	0,0005	0,057	32,54
<i>A</i>	2	4,087 ^{ns}	10,795 ^{ns}	2,464 ^{ns}	15,928 [*]	3,902	9,048	21,83
	15	13,465 [*]	12,705 ^{ns}	9,214 ^{ns}	18,508 ^{ns}	5,787	11,056	21,76
	60	6,117 ^{ns}	0,425 ^{ns}	5,314 ^{ns}	6,947 ^{ns}	3,609	9,233	20,58
	90	5,958 ^{ns}	13,939 ^{ns}	3,024 ^{ns}	65,966 ^{**}	8,334	9,450	30,55
	120	7,644 ^{ns}	11,119 ^{ns}	9,676 ^{ns}	29,751 ^{ns}	12,113	9,383	37,09
	150	1,269 ^{ns}	2,293 ^{ns}	2,125 ^{ns}	26,387 ^{**}	1,643	4,713	27,20
	180	1,958 ^{ns}	0,411 ^{ns}	1,967 ^{ns}	17,602 ^{**}	1,349	4,789	24,25
<i>EiUA</i>	2	0,9351 ^{ns}	0,0975 ^{ns}	0,2311 ^{ns}	15,744 ^{**}	0,440	3,98	16,66
	15	0,4796 ^{ns}	0,0133 ^{ns}	0,2949 ^{ns}	12,852 ^{**}	0,234	4,016	12,06
	60	0,6473 ^{ns}	0,0591 ^{ns}	0,3261 ^{ns}	8,3559 ^{ns}	0,438	3,706	17,87
	90	5,1561 ^{ns}	3,5409 ^{**}	5,1578 ^{ns}	47,4989 ^{ns}	16,580	4,185	15,78
	120	0,5661 ^{ns}	0,0195 ^{ns}	0,6973 ^{ns}	9,4245 ^{**}	1,0263	4,156	24,37
	150	2,2915 [*]	0,1010 ^{ns}	0,5450 ^{ns}	29,4630 ^{**}	1,0515	5,372	19,09
	180	1,1221 ^{ns}	0,6680 ^{ns}	0,5309 ^{ns}	32,6171 ^{**}	0,8693	3,981	23,42
<i>EiCi</i>	2	0,00014 ^{ns}	0,00015 ^{ns}	0,00005 ^{ns}	0,00019 ^{ns}	0,00009	0,039	24,77
	15	0,00019 ^{ns}	0,00022 ^{ns}	0,00021 ^{ns}	0,00024 ^{ns}	0,00012	0,049	22,88
	60	0,00014 ^{ns}	0,00001 ^{ns}	0,00011 ^{ns}	0,00018 ^{ns}	0,00008	0,041	22,38

90	0,00025 ^{ns}	0,00136 ^{ns}	0,00030 ^{ns}	0,00114 [*]	0,00034	0,052	34,96
120	0,00051 ^{ns}	0,00032 ^{ns}	0,00048 ^{ns}	0,00122 ^{ns}	0,00066	0,049	52,12
150	0,00005 ^{ns}	0,00001 ^{ns}	0,00006 ^{ns}	0,00054 ^{**}	0,00005	0,022	29,92
180	0,00003 ^{ns}	0,00002 ^{ns}	0,00004 ^{ns}	0,00025 ^{**}	0,00002	0,020	24,89
GL	9	1	9	2	38	-	-

*, **= significante ao nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade; NS= não significativo; GL= grau de liberdade; CV= coeficiente de variação.

Para o fator salinidade, notou-se efeito significativo na *Ci* e na *EiUA* aos 90 DAIE, e na *gs* aos 2 DAIE, ficando evidente que a salinidade da água teve pouco efeito sobre as variáveis de trocas gasosa estudadas (Tabela 2), o que pode ser relacionado ao fato da maioria dos genótipos terem sido considerados tolerantes à salinidade durante as fases de porta-enxerto e após a enxertia (SILVA, 2015; FERREIRA, 2015; MOREIRA, 2016).

Para os genótipos dentro de cada salinidade, como foram estudadas duas progênies, a diferenciação pode estar relacionada à variação genética entre as progênies, como dentro das mesmas progênies, já que em citros, há uma variação genética mesmo em indivíduos filhos de mesmo país, sendo possível ocorrer segregação (FLOWERS, 2004; FLOWERS; FLOWERS, 2005). Silva et al., (2014) ao estudarem a percepção do estresse em genótipos de citros sob irrigação com águas salinizadas na fase de porta-enxerto por meio de avaliações de trocas gasosas, corroborando com estes resultados.

No que se diz respeito à salinidade observou-se efeito em algumas variáveis, não se observando o efeito da interação, o que pode ser relacionado a algum processo de aclimação das plantas ao estresse, já que, segundo (SYVERTSEN E GARCIA-SANCHEZ, 2014), isso pode ocorrer quando o aumento da concentração de sais no solo ocorre progressivamente. Aliado a essa condição, deve-se considerar que até o mês de maio ocorreram chuvas, o que minimizou a concentração de sais no solo, pois as chuvas foram concentradas em poucos dias com destaque o mês de março, onde, teve uma chuva de 90 mm, o que pode ter causado a lixiviação de parte dos sais.

Aos 15 dias após o início da aplicação das águas salinizadas, verificou-se diferenças entre os genótipos na fotossíntese líquida (*A*), condutância estomática (*gs*) e transpiração (*E*), com maiores médias sendo observadas nos genótipos TSKFL x TRBK - 017 e TSKFL x TRBK - 030, com valores de *A* na ordem de 14,183 e 13,258 ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), respectivamente, valores de *gs* iguais a 0,245 e 0,215 ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), respectivamente, e de *E* correspondentes a 3,175 e 3,416 ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), respectivamente (Tabela 4). Tal resposta é indicativo de que esses genótipos possuem maior potencial fisiológico, podendo ser convertido em crescimento e, ou produção das plantas, o que poderá ser observado nestas componentes. Ademais, nas avaliações subsequentes, não foi observado diferenças entre os

materiais em nenhuma destas variáveis (Tabela 3), denotando que houve uma compensação nas demais combinações, fator que pode ser relacionado à aclimação ao estresse salino.

Aos 90 DAIE observou-se diferenças entre os genótipos apenas para na concentração intercelular de CO₂ (*C_i*) quando se notou a maior média na combinação entre o ‘Tahiti’ e o TSKFL X (LCR x TR) – 012, todavia, deve-se ressaltar que os valores de *C_i* nessa época variaram de 160 a 206 mmol mol⁻¹, valores que não comprometeram a fotossíntese líquida, pois, embora a faixa de valores ideal seja entre 200 e 250 mmol mol⁻¹, para plantas de metabolismo C3 (TAIZ; ZEIGER, 2009), não se observou diferenças entre os genótipos nesta variável. Ainda para a *C_i*, porém aos 150 DAIE, também se observou diferenças entre os genótipos, sendo as maiores médias observadas nos híbridos TSKFL x TRBK – 011 e 028, porém, nesta avaliação os valores variaram entre 190 e 240, o que ficou mais próximo do ideal (TAIZ; ZEIGER, 2009), também não sendo verificado diferenciação na fotossíntese líquida e demais variáveis de trocas gasosas (Tabela 3).

Tabela 3 Teste de médias referente à concentração interna de CO₂ (*C_i*) aos 90 e 150, transpiração (*E*) aos 15, condutância estomática (*gs*) 15, fotossíntese (*A*) ao 15 e eficiência no uso da água (*EiUA*) aos 150 dias após o início da aplicação das águas salinizadas. Pombal, PB, 2017.

GEN	A 15	gs 15	E 15	C _i 90	C _i 150	EiUA 150
TSKC X (LCR x TR) - 017	10,661B	0,151B	2,626B	176,500B	226,833 ^a	4,98541B
TSKC X (LCR x TR) - 032	10,073B	0,138B	2,363B	164,166B	208,833B	5,54110 ^a
TSKC X (LCR x TR) - 059	9,556B	0,151B	2,860A	160,666B	193,833B	5,78436A
TSKFL X (LCR x TR) - 012	10,750B	0,158B	2,883A	194,833A	225,833 ^a	4,63961B
TSKFL X (LCR x TR) - 018	10,996B	0,183B	2,933A	206,000A	214,666B	5,63232A
TSKFL x TRBK - 011	9,895B	0,148B	2,500B	171,166B	232,833 ^a	4,98947B
TSKFL x TRBK - 017	13,258 ^a	0,215 ^a	3,416A	189,500A	213,000B	5,60416A
TSKFL x TRBK - 028	10,996B	0,166B	3,076A	202,833A	230,666 ^a	4,60247B
TSKFL x TRBK - 030	14,183 ^a	0,245 ^a	3,175A	192,000A	195,666B	6,66934A
LCRSTC	10,190B	0,133B	2,340B	196,333A	206,166B	5,27412B

Letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa entre híbridos pelo teste de Skott-Knott ao nível de 5% de probabilidade e letras minúsculas distintas indicam diferença significativa para os níveis de salinidade pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade.

Aos 150 DAIE, ainda, notou-se diferenças entre os genótipos na eficiência instantânea no uso da água (*EiUA*) dos genótipos de citros, onde observou-se nos genótipos TSKC x (LCR x TR) - 032, TSKC x (LCR x TR) - 059, TSKFL x (LCR x TR) - 018, TSKFL x TRBK – 017 e o TSKFL x TRBK - 028 os maiores valores de *EiUA*. Tal variável denota a relação entre a quantidade de carbono assimilado via fotossíntese em relação ao volume de água perdido via transpiração (SHIMAZAKI et al., 2007; BRITO et al., 2012), com isso, plantas com maior eficiência do uso da água tem capacidade de produzir mais biomassa por unidade de água perdida, fato primordial para o cultivo em regiões áridas e semiáridas, devido à escassez quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos nos níveis de salinidade da água de

irrigação influenciaram a condutância estomática (g_s) dos genótipos de citros aos dois dias após aplicação das águas salinizadas, sendo verificado incremento na ordem de 18,1% na g_s quando se aumento a salinidade de 0,3 para 3,0 dS m^{-1} (Figura 6 A).

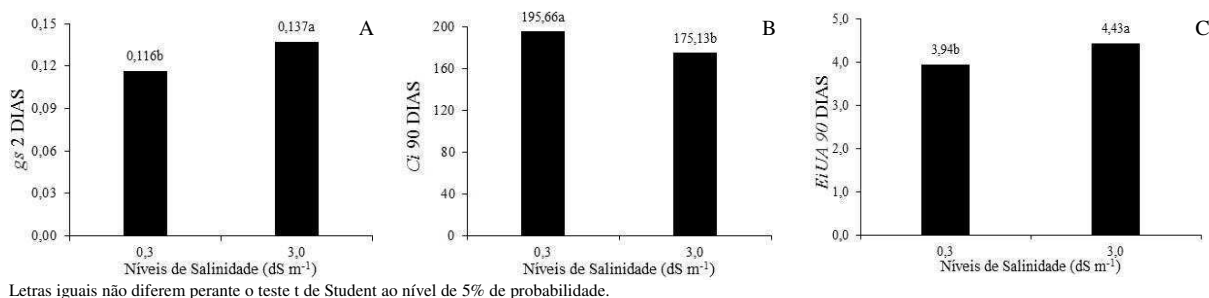


Figura 6. Condutância estomática- g_s (A), Concentração interna de CO_2 - C_i (B) e eficiência no uso da água- $EiUA$ (C) de genótipos de citros irrigados com águas salinizadas. Pombal, PB, 2017.

As variações na condutância estomática nos primeiros dias de aplicação dos níveis de salinidade são indicativas de percepção do estresse salino pelos genótipos estudados. Resultados semelhantes foram observados em outros estudos (SILVA et al., 2014, SÁ et al., 2015 e BRITO et al., 2016), avaliando-se o estresse salino em genótipos de citros em cultivo hidropônico, onde esses autores mencionam que os genótipos tolerantes percebem o estresse salino nas primeiras horas de aplicação da salinidade.

Já aos 90 DAIE, constatou-se efeito significativo da salinidade na C_i , onde se observou uma ligeira redução nos valores de C_i (Figura 6 B), o que poderia ter limitado o substrato para a realização da fotossíntese, o que não foi notado, já que a salinidade não afetou a taxa de assimilação de CO_2 . Ainda nessa época de avaliação, constatou-se que o aumento da salinidade ocasionou aumento nos valores de eficiência instantânea no uso da água, o que pode ter sido, o que é coerente com a redução nos valores de C_i , pois a redução na C_i pode ter sido ocasionado por uma ligeira redução na condutância estomática, que reduziu a taxa transpiratória, sendo os efeitos deste processo sentidos nos valores de $EiUA$ (Figuras 6 C).

Não houve influência significativa ($p < 0,05$) dos fatores estudados, seja por meio de interação ou de forma isolada, nas variáveis de fluorescência, ou seja, nas fluorescências inicial (F_o), na máxima (F_m) e na variável (F_v), assim como não se observou efeito na eficiência quântica fotoquímica máxima do Fotossistema II (F_v/F_m) dos genótipos de citros (Tabela 4). Tal resultado denota ausência de danos no aparato fotossintético, como também ausência de perdas de eficiência quântica do PSII em função do aumento da salinidade da água de irrigação.

Para as variáveis de fluorescência obtidas no tecido vegetal iluminado, foi observada influência significativa da interação genótipos de citros e os níveis de salinidade na variável

Fluorescência mínima do tecido vegetal iluminado (Fo') aos 180 dias após aplicação dos níveis de salinidade (Tabela 5). Observou-se diferenças entre genótipos na fluorescência máxima após adaptação à luz saturante (Fm') aos 120 e 180 DAIE. Já quanto ao efeito da salinidade da água, notou-se efeito isolado na Fo' aos 60 dias e Fm' aos 120 DAIE.

Tabela 4. Resumo da análise de variância relativa à fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv) e eficiência quântica fotoquímica máxima do Fotossistema II (Fv/Fm) de genótipos de citros após 60, 120 e 180 dias após o início da aplicação das águas salinizadas. Pombal, PB, 2017.

Fontes de Variação	Quadrado Médio							
	Período (DAS)	Genótipos (G)	Salinidade (S)	G X S	BLOCO	ERRO	MÉDIA	CV (%)
<i>Fo</i>	60	399,646 ^{ns}	2444,816 ^{ns}	702,520 ^{ns}	3616,550 ^{ns}	671,269	231,850	11,17
	120	1403,844 ^{ns}	2088,600 ^{ns}	954,637 ^{ns}	962,637 ^{ns}	929,757	200,133	15,24
	180	591,585 ^{ns}	2331,266 ^{ns}	1063,525 ^{ns}	802,216 ^{ns}	997,058	212,633	14,85
<i>Fm</i>	60	4228,325 ^{ns}	10613,400 ^{ns}	11548,548 ^{ns}	18762,950 ^{ns}	7674,142	1006,700	8,70
	120	17460,424 ^{ns}	4183,350 ^{ns}	6598,424 ^{ns}	21794,550 ^{ns}	9358,357	932,650	10,37
	180	4841,362 ^{ns}	26460,000 ^{ns}	4321,629 ^{ns}	18715,316 ^{ns}	13424,562	981,533	11,80
<i>Fv</i>	60	2535,942 ^{ns}	2870,416 ^{ns}	11042,787 ^{ns}	6623,150 ^{ns}	6376,588	774,850	10,31
	120	13433,572 ^{ns}	360,150 ^{ns}	7388,668 ^{ns}	19468,316 ^{ns}	9160,316	732,516	13,07
	180	4015,970 ^{ns}	13083,266 ^{ns}	4608,044 ^{ns}	13680,050 ^{ns}	9339,786	786,900	12,57
<i>Fv/Fm</i>	60	0,00016 ^{ns}	0,00050 ^{ns}	0,00103 ^{ns}	0,00018 ^{ns}	0,00059	0,7683	3,18
	120	0,00216 ^{ns}	0,00005 ^{ns}	0,00295 ^{ns}	0,00235 ^{ns}	0,00266	0,7820	6,60
	180	0,00052 ^{ns}	0,00019 ^{ns}	0,00104 ^{ns}	0,00047 ^{ns}	0,00051	0,7822	2,89
GL	9	1	9	2	38	-	-	-

*, **= significativo ao nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade; NS= não significativo; GL= grau de liberdade; CV= coeficiente de variação.

Para as demais variáveis de fluorescência na fase clara estudadas, sendo a fluorescência inicial antes do pulso de saturação (F'), o rendimento quântico de extinção fotoquímica regulada (Y_{NPO}), o rendimento quântico de extinção fotoquímica não regulada (Y_{NO}) e coeficiente de extinção fotoquímico pelo modelo lake (qL), em todas as épocas avaliadas, não se notou efeito significativo da salinidade ou diferenças entre os genótipos (Tabela 5), o que significa dizer que, embora tenha ocorrido efeitos na fluorescência inicial e máxima dos tecidos iluminados, o aparato fotossintético não foi danificado ou necessitou perder mais energia via calor para regular o processo fotoquímico da fotossíntese.

O aumento da salinidade da água de irrigação de 0,3 para 3,0 dS m⁻¹ promoveu incrementos na Fo' aos 60 DAIE (Figura 5 A), o que indica dano ao centro de reação do PSII (P680) ou diminuição na capacidade inicial de transferência da energia de excitação da antena ao PSII, ocasionado pelo estresse salino (BAKER e ROSENQVST, 2004; LUCENA, 2012;

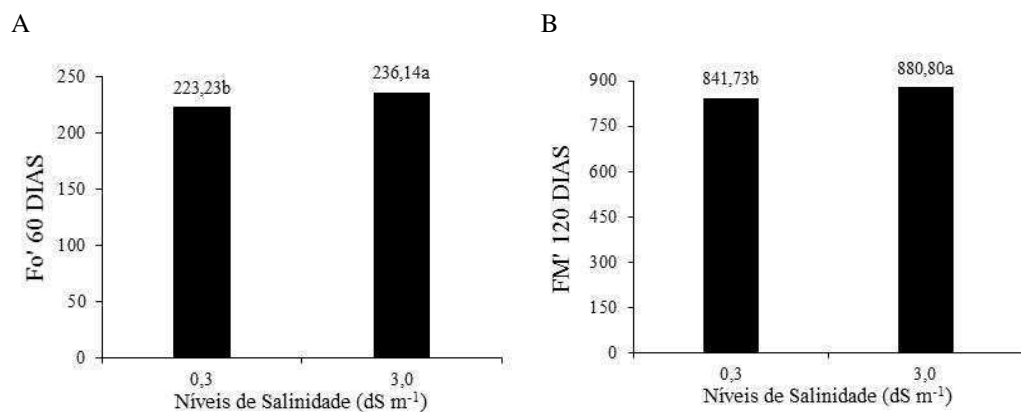
SILVA et al 2014; SÁ et al., 2015; BRITO et al., 2016), todavia, isso não foi acompanhado pelo aumento significativo dos valores de qL , ou ocasionou redução significativa nos rendimentos fotoquímicos, seja regulados (Y_{NPQ}) ou não regulados (Y_{NO}), o que pode ser relativo a aclimação das plantas ao estresse.

Tabela 5. Fluorescência mínima do tecido vegetal iluminado (F_o'), fluorescência máxima após adaptação à luz saturante (F_m'), Fluorescência inicial antes do pulso de saturação (F_s), o rendimento quântico de extinção fotoquímica regulada (Y_{NPQ}), o rendimento quântico de extinção fotoquímica não regulada (Y_{NO}) e coeficiente de extinção fotoquímico pelo modelo lake (qL), de genótipos de citros após 60, 120 e 180 dias após o início da aplicação das águas salinizadas. Pombal, PB, 2017.

Fontes de Variação	Quadrado Médio							
	Período (DAS)	Genótipos (G)	Salinidade (S)	G X S	BLOCO	ERRO	MÉDIA	CV (%)
F_o'	60	399,646 ^{ns}	2444,816*	702,520 ^{ns}	3616,550 ^{ns}	671,269	231,850	11,17
	120	1309,580 ^{ns}	1474,499 ^{ns}	1559,876 ^{ns}	548,400 ^{ns}	1211,111	197,650	17,61
	180	1335,635 ^{ns}	1331,589 ^{ns}	1668,441*	196,325 ^{ns}	672,299	190,421	13,62
qL	60	0,033 ^{ns}	0,120 ^{ns}	0,064 ^{ns}	0,218*	0,061	0,441	56,18
	120	0,042 ^{ns}	0,018 ^{ns}	0,022 ^{ns}	0,027 ^{ns}	0,023	0,681	22,65
	180	0,028 ^{ns}	0,018 ^{ns}	0,032 ^{ns}	0,038 ^{ns}	0,037	0,174	111,7
F'	60	18699,905 ^{ns}	8808,816 ^{ns}	26851,816 ^{ns}	77718,866*	21169,392	443,483	32,81
	120	9931,555 ^{ns}	792,066 ^{ns}	8863,400 ^{ns}	3846,050 ^{ns}	5931,506	270,000	28,52
	180	36239,476	2124,150 ^{ns}	16301,816 ^{ns}	19534,616 ^{ns}	36239,476	523,983	36,33
F_m'	60	15662,600 ^{ns}	17957,400 ^{ns}	9726,585 ^{ns}	435,216 ^{ns}	16873,164	979,233	13,27
	120	7153,896*	22893,066*	4845,140 ^{ns}	4566,066 ^{ns}	3357,610	861,266	6,73
	180	94333,779*	10800,416 ^{ns}	30937,083 ^{ns}	17221,400 ^{ns}	42884,364	697,550	29,69
$Y(NPQ)$	60	0,027 ^{ns}	0,018 ^{ns}	0,032 ^{ns}	0,102 ^{ns}	0,033	0,534	34,33
	120	0,010 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,007 ^{ns}	0,007 ^{ns}	0,005	0,686	10,65
	180	0,008 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,022 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,016	0,249	51,97
$Y(NO)$	60	0,024 ^{ns}	0,016 ^{ns}	0,033 ^{ns}	0,079 ^{ns}	0,026	0,446	36,09
	120	0,021 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,010	0,294	34,41
	180	0,076 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,018 ^{ns}	0,044 ^{ns}	0,043	0,542	38,64
GL		9	1	9	2	38		

*, **= significativa ao nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade; NS= não significativo; GL= grau de liberdade; CV= coeficiente de variação.

Ainda em relação ao efeito isolado da salinidade, constatou-se, aos 120 DAIE, aumento nos valores de F_m' das plantas irrigadas com águas de 3,0 dS m⁻¹ (Figura 7 B), o que pode ser visto como estratégia de eficiência energética das plantas, visando o aumento da fluorescência variável e manutenção da eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m), o que vem diminuindo a necessidade de ativação de rotas de fotoproteção, o que seria identificado por aumento significativo, principalmente, nos valores de qL ou de Y_{NPQ} (RIBEIRO, 2006).



Letras iguais não diferem perante o teste t de Student ao nível de 0,5 de probabilidade.

Figura 7 - Fluorescência mínima do tecido vegetal iluminado-Fo' (A), fluorescência máxima após adaptação à luz saturante-Fm' (B) de genótipos de citros aos 60 e 120 dias após o início da aplicação das águas salinizadas, respectivamente. Pombal, PB, 2017.

Na Fm' notou-se, ainda, diferenças entre as combinações copa/porta-enxerto na avaliação realizada aos 120 DAIE, sendo os genótipos TSKFL x (LCR x TR) - 018 e o TSKFL x TRBK - 028 os que apresentaram as menores médias de Fm' (Tabela 6). Já na avaliação realizada aos 180 DAIE, notou-se que os valores de Fm' foram menores em todos os genótipos, o que pode ser relativo ao tempo de estresse e a redução do período de chuvas, tornando o estresse ambiental mais notório, verificando-se as maiores médias nos híbridos TSKC x (LCR x TR) - 032, no TSKFL x (LCR x TR) - 012, no TSKFL x TRBK - 017, além da testemunha, o LCRSTC, o que denota a manutenção da atividade fotoquímica destes materiais, mesmo sob uma maior pressão de estresse.

Ademais, ainda na Fm' avaliada aos 180 DAIE, também se notou menor média nas plantas de Tahiti enxertadas no TSKFL x TRBK - 028, repetindo o observado aos 120 DAIE, sendo semelhante a combinação entre o 'Tahiti' e o TSKC x (LCR x TR) - 059, evidenciando uma baixa eficiência do aparato fotossintético dessas plantas em relação às demais combinações (Tabela 6), o que pode ser relacionado a compatibilidade entre o porta-enxerto e a copa, o que poderá ser visto com os dados de diâmetro de caule, assim como pode ser uma baixa adaptação às condições ambientais do semiárido.

Aos 180 DAIE verificou-se interação significativa entre os níveis de salinidade e os genótipos para Fo', observando-se que o aumento da salinidade de 0,3 para 3,0 dS m⁻¹ aumentou em 42,9% e 33,0% a Fo' das plantas de 'Tahiti' enxertadas no TSKFL x TRBK - 011 e TSKFL x TRBK - 028, respectivamente (Tabela 6), sendo que este genótipos também sofreu redução na Fm', o que implica que as eficiência fotoquímicas foram reduzidas, ocorrendo perdas de energia via calor e ativação de rotas fotoprotetoras do fotossistema. O aumento da fluorescência inicial é relacionado a danos no aparato fotossintético das plantas, indicando que o sistema antena não está sendo capaz de conter a energia radiante,

promovendo com isso maior dissipação de energia e conseqüentemente perda de eficiência do aparato fotossintético (SILVA et al., 2014; BRITO et al., 2016).

Tabela 6 - Teste de médias referente à e fluorescência máxima após adaptação à luz saturante (F_m') aos 120 dias, Fluorescência mínima do tecido vegetal iluminado (F_o') aos 180 dias e fluorescência máxima após adaptação à luz saturante (F_m') aos 180 dias após o início da aplicação das águas salinizadas. Pombal, PB, 2017.

GEN	FM' 120	FO' 180		FM' 180
		0,3 dS m ⁻¹	3,0 dS m ⁻¹	
TSKC X (LCR x TR) - 017	873,0000A	187,2242Ba	180,3167Aa	672,8333B
TSKC X (LCR x TR) - 032	849,5000a	192,4609Ba	203,4645Aa	833,8333A
TSKC X (LCR x TR) - 059	868,5000a	176,1691Ca	170,6017Aa	504,3333C
TSKFL X (LCR x TR) - 012	870,3333 ^a	187,2191Ba	190,2446Aa	730,1666A
TSKFL X (LCR x TR) - 018	790,0000B	199,9099Ba	199,8941Aa	816,6666A
TSKFL x TRBK - 011	890,0000A	159,1347Cb	227,3904Aa	630,0000B
TSKFL x TRBK - 017	870,0000A	201,1705Ba	193,0763Aa	773,8333A
TSKFL x TRBK - 028	817,0000B	144,6588Cb	192,3851Aa	491,8333C
TSKFL x TRBK - 030	907,5000 ^a	163,8003Ca	198,4559Aa	694,0000B
LCRSTC	876,8333 ^a	245,3600Aa	195,4975Ab	828,0000A

Letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa entre híbridos pelo teste de Skott-Knott ao nível de 0,05 de probabilidade e letras minúsculas distintas indicam diferença significativa para os níveis de salinidade pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade.

5.2 Crescimento

Ao estudar as variáveis de crescimento, foi observado efeito significativo ($p < 0,05$) da interação entre as combinações copa/porta-enxerto e a salinidade da água apenas para ao número de folhas aos 180 dias após o início da aplicação do estresse (DAIE) (Tabela 7); todavia, notou-se diferenças significativas entre os genótipos e entre os níveis de salinidade isoladamente em todas as variáveis em pelo menos uma época de avaliação. Quando se estudou as combinações, notou-se diferença significativa ($p < 0,01$) em todas as épocas estudadas para variável diâmetro do porta enxerto (DC); no diâmetro de caule medido no ponto de enxertia (DENx) notou-se diferenças entre os genótipos aos 60, 90, 120 e 180 DAIE, e para o diâmetro de caule medido na copa (DCopa) notou-se diferenças aos 90, 120, 150 e 180 DAIE; já para o número de folhas, a diferença entre genótipo foi notada apenas na avaliação realizada aos 30 e 180 DAIE, o que denota a variação genética dos materiais, embora alguns possuam relação parental.

Em relação ao efeito da salinidade, constatou-se efeito significativo ($p < 0,05$), nas avaliações realizadas aos 150 e 180 DAIE quanto ao DENx e o DCopa; já no número de folhas observou-se efeito aos 180 DAIE, o que reforça a teoria de que o efeito da salinidade é função do tempo e da intensidade do estresse (BARBOSA et al., 2017); acrescenta-se ainda, que nos

primeiros meses de exposição das plantas ao estresse, foi observado precipitações, a qual diluiu os sais, o que pode ter possibilitado condições de adaptação das plantas ao estresse, assim como mencionado por SYVERTSEN E GARCIA-SANCHEZ (2014), que informam que as condições de temperatura e precipitação podem potencializar ou amenizar o estresse salino em citros. Ainda, tal adaptação pôde ser observada nos dados de trocas gasosas e fluorescência (Tabelas 2 e 4), onde não se notou efeito significativo da salinidade.

Tabela 7 - Resumo da análise de variância para o diâmetro do caule (DC), diâmetro da enxertia (DENX), diâmetro da copa (DCOPA) e número de folhas (NF) após 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após o início da aplicação das águas salinizadas. Pombal, PB, 2017.

Fontes de Variação	Quadrado Médio							
	Período (DAS)	Genótipos (G)	Salinidade (S)	G X S	BLOCO	ERRO	MÉDIA	CV (%)
DC	30	9,827**	0,342 ^{ns}	0,939 ^{ns}	4,128 ^{ns}	1,581	11,549	10,89
	60	18,329**	3,672 ^{ns}	2,577 ^{ns}	8,438 ^{ns}	3,554	14,457	13,04
	90	27,507**	0,110 ^{ns}	3,006 ^{ns}	8,048 ^{ns}	3,450	17,513	10,61
	120	31,825**	0,518 ^{ns}	2,141 ^{ns}	12,758 ^{ns}	5,597	20,393	11,60
	150	42,880**	23,381 ^{ns}	4,923 ^{ns}	10,544 ^{ns}	5,855	24,092	10,04
	180	51,469**	19,091 ^{ns}	4,314 ^{ns}	19,610 ^{ns}	5,497	26,429	8,87
DENX	30	2,381 ^{ns}	0,463 ^{ns}	2,035 ^{ns}	2,399 ^{ns}	1,670	13,378	9,66
	60	6,951*	0,004 ^{ns}	2,822 ^{ns}	5,849 ^{ns}	2,476	16,062	9,80
	90	13,393**	0,028 ^{ns}	2,897 ^{ns}	8,075 ^{ns}	3,475	19,406	9,61
	120	12,452*	7,808 ^{ns}	6,127 ^{ns}	6,052 ^{ns}	4,489	22,293	9,50
	150	13,488 ^{ns}	31,631*	6,650 ^{ns}	8,976 ^{ns}	6,490	25,373	10,04
	180	20,449**	36,746*	6,642 ^{ns}	4,084 ^{ns}	5,672	28,087	8,48
DCOPA	30	1,347 ^{ns}	0,196 ^{ns}	1,057 ^{ns}	1,395 ^{ns}	0,762	9,918	8,80
	60	2,788 ^{ns}	0,011 ^{ns}	2,631 ^{ns}	0,552 ^{ns}	1,361	12,257	9,52
	90	5,569*	0,295 ^{ns}	2,796 ^{ns}	2,456	2,456	15,214	10,30
	120	9,773**	1,030 ^{ns}	4,614 ^{ns}	4,604 ^{ns}	3,100	18,040	9,76
	150	16,001*	35,737*	2,755 ^{ns}	4,188 ^{ns}	5,928	21,073	11,55
	180	14,222*	62,352**	6,379 ^{ns}	13,188 ^{ns}	5,347	23,614	9,79
NF	30	3667,075**	93,750 ^{ns}	493,564 ^{ns}	3134,466*	805,624	113,783	24,95
	60	4044,118 ^{ns}	64,066 ^{ns}	1056,325 ^{ns}	1598,616 ^{ns}	1999,985	170,433	26,24
	90	8254,444 ^{ns}	41,666 ^{ns}	2735,296 ^{ns}	8081,016 ^{ns}	4755,525	246,666	27,96
	120	29890,992 ^{ns}	10036,266 ^{ns}	7734,933 ^{ns}	21519,650 ^{ns}	15069,755	372,200	32,98
	150	51571,71 ^{ns}	150801,06*	15280,84 ^{ns}	54802,06 ^{ns}	29515,69	489,566	35,09
	180	656469,600**	144342,489**	36666,415*	31512,467*	9104,660	649,933	14,68
GL	9	1	9	2	38	-	-	-

*, **= significante ao nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade; NS= não significativo; GL= grau de liberdade; CV= coeficiente de variação.

Ressalta-se, porém, que optou-se por descrever o crescimento das plantas a partir dos dados obtidos aos 180 DAIE, considerando-se, porém, o efeito da salinidade nos genótipos, já

que os fatores isolados foram significativos nesta época, e o grau de liberdade de tratamento é relativamente grande, o que poderia mascarar o efeito isolado da salinidade em determinado genótipo, não permitindo a distinção da melhor combinação, ainda, tal discussão será auxiliada pelo estudo do crescimento no tempo, podendo-se ter uma ideia da capacidade vegetativa das plantas.

Estudando-se o diâmetro de caule do porta-enxerto por meio do teste de agrupamento de médias dos genótipos (Scott-Knott) em cada nível de salinidade, verifica-se que na condição de irrigação sob água de baixa condutividade elétrica ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$), não se notou diferenças entre os genótipos (Figura 8), em especial os híbridos, o que pode ser relacionado ao grau de parentesco entre os materiais, já que a maioria possui cruzamento com a tangerineira Sunki, acrescentando-se, porém, o menor diâmetro de caule do porta-enxerto no limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, material usado como testemunha, embora sem diferença significativa. Já quando irrigados com água de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$, notou-se três grupos de genótipos, os de maior média foram o híbrido TSKC x (LCR x TR) – 017 e os híbridos da progênie TSKFL x TRBK, ou seja, o TSKFL x TRBK – 011, TSKFL x TRBK – 017, TSKFL x TRBK – 028 e o TSKFL x TRBK – 030, denotando o potencial de crescimento desses genótipos, em especial desta progênie.

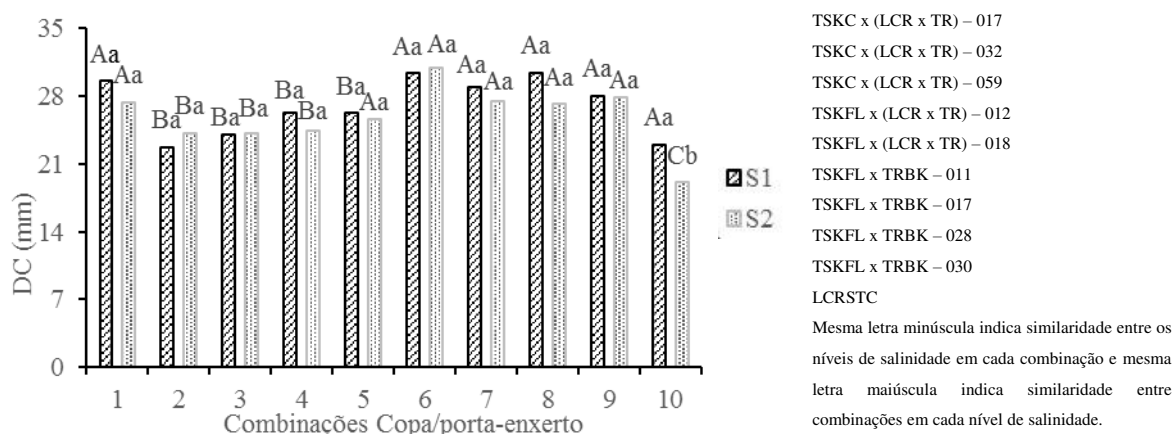


Figura 8 - Diâmetro de caule do porta-enxerto (DC) (mm) das combinações entre a lima ácida ‘Tahiti’ e cada genótipo de citros de genótipos de citros aos 180 dias após o início da aplicação das águas salinizadas (S1= $0,3$ e S2= $3,0 \text{ dS m}^{-1}$) (DAIE). Pombal, PB, 2017.

Todavia, as menores médias observadas na maioria dos híbridos de TSKC ou TSKFL x (LCR x TR) e no LCRSTC (Figura 8) podem também estar relacionado com a compatibilidade com a copa ou com a baixa capacidade de adaptação desses genótipos as condições edáficas do semiárido, a exemplo das altas incidências de luz e temperatura em determinadas horas do dia, que são acima do ideal para a cultura (Figura 1). Relativo a variedade testemunha, já se foi identificado, em regiões de clima mais úmido, correlação positiva e significativa da incidência de gomose de *Phytophthora* em combinações entre a lima ácida ‘Tahiti’ como copa e o limoeiro Cravo como porta-enxerto.

Quando se avalia o efeito da salinidade no diâmetro de caule do porta-enxerto em cada combinação aos 180 DAIE, verifica-se efeito significativo apenas na combinação entre o ‘Tahiti’ e o LCRSTC, com redução na ordem de 16% (Figura 8); todavia, ao se estudar o crescimento em diâmetro de caule em função do tempo (Figura 9), nota-se que outras combinações também tiveram seu crescimento em diâmetro de caule do porta-enxerto afetado, observando uma redução no crescimento diário de 0,11 mm para 0,09 mm no TSKC x (LCR x TR) – 017 comparando-se a irrigação com águas de 0,3 e 3,0 dS m⁻¹, respectivamente, o que corresponde a uma redução em 7,4%, já no TSKFL x TRBK – 028 verificou-se uma redução na taxa de crescimento diária de 0,12 mm para 0,10 mm, relativo a uma redução em 10,7%. Nas demais combinações as taxas de crescimento diário foram semelhantes (Figura 10), o que denota tolerância dos materiais.

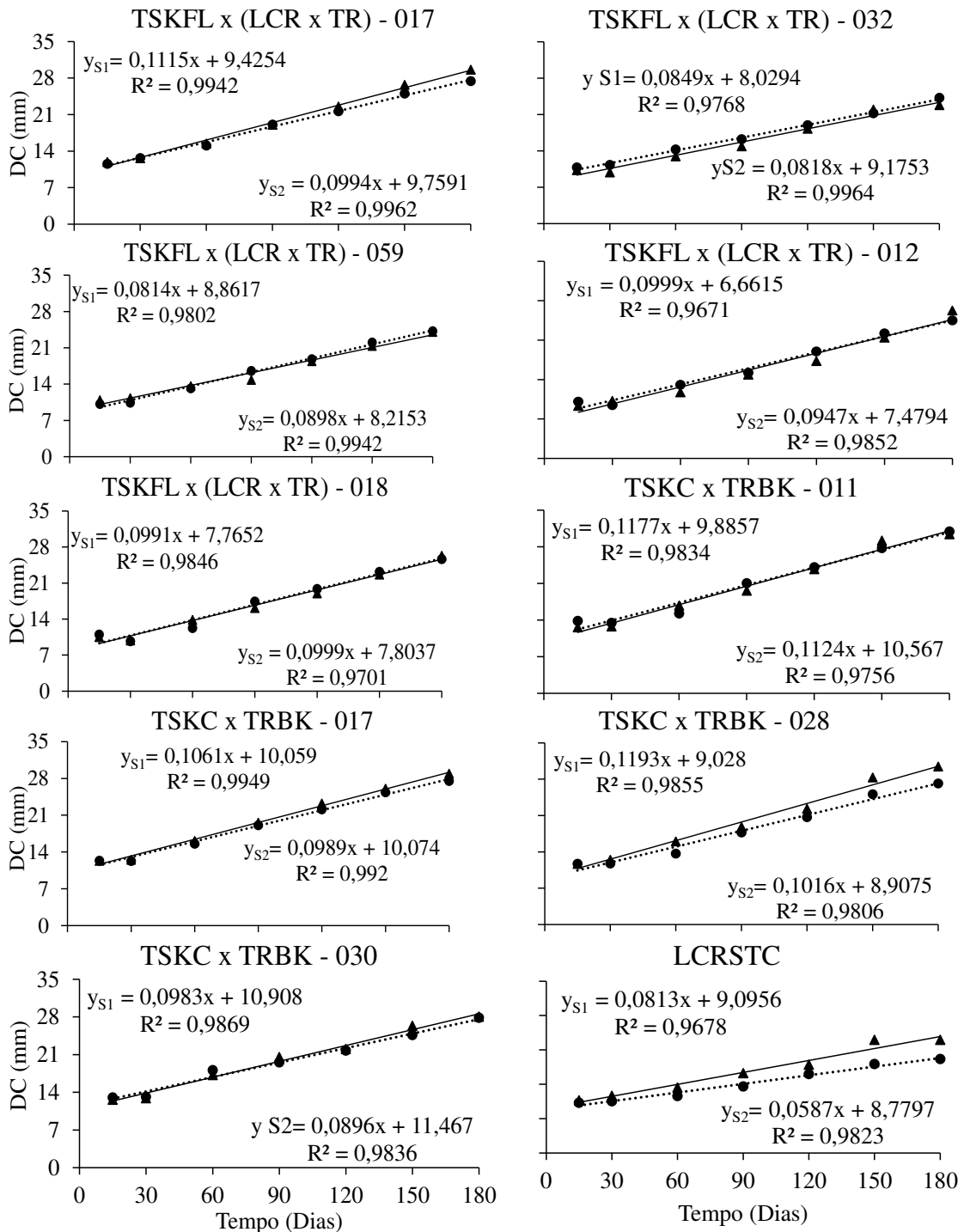
A tolerância à salinidade é variável entre espécies, entre genótipos e, mesmo em uma espécie, entre estádios de desenvolvimento da planta, ressaltando-se que, em cada fase, a tolerância à salinidade é controlada por mais de um gene e altamente influenciada por fatores ambientais (FLOWERS, 2004; FLOWERS; FLOWERS, 2005; MUNNS, 2005; HUSSAIN et al., 2012; SYVERTSEN; GARCIA-SANCHEZ, 2014), o que pode justificar a diferenciação nos resultados de tolerância das combinações.

Pode-se observar que o estresse progressivo incrementou o percentual de redução daquelas combinações, pois, 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; ZHAO et al., 2007; DIAS; BLANCO, 2010).

No que diz respeito ao diâmetro de caule medido no ponto de enxertia (D_{Enx}) das combinações copa/porta-enxerto de citros, avaliadas aos 180 DAIE, não se observou diferenças significativas entre as combinações quando irrigadas com águas de 0,3 dS m⁻¹; já quando irrigadas com águas de 3,0 dS m⁻¹, constatou-se a formação de dois grupos de genótipos, os de maior média foram formados pelos híbridos TSKC x (LCR x TR) – 017, TSKC x (LCR x TR) – 059, TSKFL x (LCR x TR) – 012, TSKFL x (LCR x TR) – 018, além dos híbridos TSKFL x TRBK – 011, TSKFL x TRBK – 017 e TSKFL x TRBK – 030 (Figura 10).

Ademais, estes resultados podem estar relacionados com a capacidade de cada genótipo de se adaptar as condições de estresse abiótico, seja advindo das altas temperaturas, umidade relativa do ar e incidência de luz, como também a capacidade de se adaptar ao estresse salino, já que foram mais evidentes aos 180 dias após aplicação dos tratamentos, ressaltando-se que a tolerância dos citros à salinidade pode variar entre genótipos e fases de desenvolvimento

(SYVERTSEN; GARCIA-SANCHEZ, 2014; BRITO et al., 2014; SILVA et al., 2015; BRITO et al., 2016; BARBOSA et al., 2017).



TSKFL – Tangerineira Sunki (*Citrus sunki*) seleção da Flórida;

LCR – Limoeiro Cravo (*C. limonea* L. Osback);

TR – *Poncirus trifoliata*

TSKC – Tangerineira Sunki Comum

TRBK – *Poncirus trifoliata* Beneke

LCRSTC – Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’

▲ dados de salinidade 1 (S1) = 0,3 dS m⁻¹

● dados de salinidade 2 (S2) = 3,0 dS m⁻¹

Figura 9 - Diâmetro de caule do porta-enxerto (DC) (mm) das combinações entre a lima ácida ‘Tahiti’ em cada genótipo de citros em função do tempo, com dados de avaliações aos 15, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após o início da aplicação das águas salinizadas (DAIE). Pombal, PB, 2017.

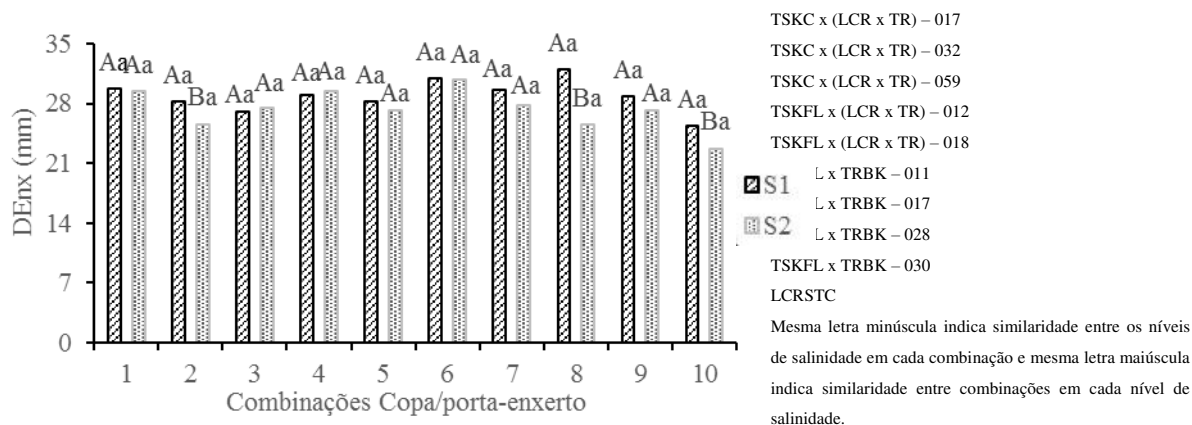
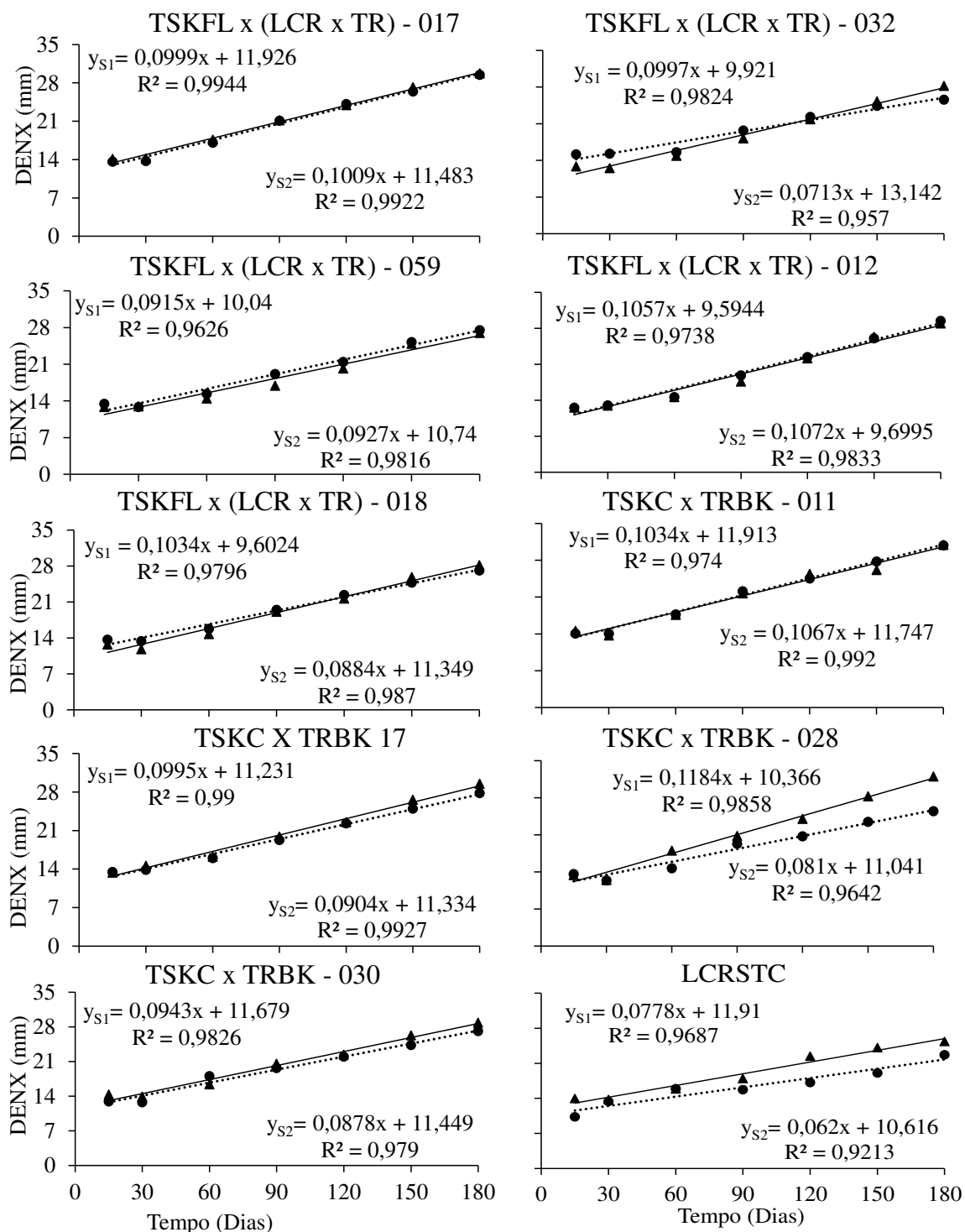


Figura 10. Diâmetro de caule medido no ponto de enxertia (Denx) (mm) das combinações entre a lima ácida ‘Tahiti’ e cada genótipo de citros de genótipos de citros aos 180 dias após o início da aplicação das águas salinizadas (S1= 0,3 e S2= 3,0 dS m⁻¹) (DAIE). Pombal, PB, 2017.

Já os genótipos com menores médias foram o TSKC x (LCR x TR) – 032, o TSKFL x TRBK – 028 e o LCRSTC; tal distinção destes genótipos pode ser relacionada aos efeitos ocasionados pela salinidade na fluorescência e trocas gasosas destes materiais, já que foram observados os menores valores de fotossíntese líquida nestes genótipos (Tabela 3), além de serem observados maiores valores de fluorescência inicial (Tabela 6), o que indica dano ao aparato fotossintético e redução na capacidade de crescimento das plantas.

Embora se verifique a distinção no crescimento em diâmetro das combinações, nota-se proporcionalidade entre DC e DENX na maioria das combinações, indicativo de que há compatibilidade entre os porta-enxertos e a copa, assim, o fluxo tanto ascendente de água e nutriente para parte aérea, quanto de a redistribuição de fotoassimilados para as demais partes da planta é facilitada (TAIZ; ZEIGER, 2009). Todavia, quando há um aumento no crescimento da copa ou do porta-enxerto de forma desproporcional, há a formação de calose na região, fato devido a deposições de compostos orgânicos, o que ocasiona a “pata de elefante”, que seria uma anomalia fisiológica, sendo mais evidente quando as plantas possuem mais de um ano de idade (Mattos Junior et al., 2005). Neste trabalho, embora seja cedo para uma conclusão a respeito desta compatibilidade, pode-se notar, nos híbridos TSKC x (LCR x TR) – 032, TSKC x (LCR x TR) – 059, TSKFL x (LCR x TR) – 012 e TSKFL x (LCR x TR) – 018, um maior crescimento do diâmetro de caule medido no ponto de enxertia em

comparação com o diâmetro de caule do porta-enxerto, o que pode ser um indicativo do problema, (Figura 11).



TSKFL – Tangerineira Sunki (*Citrus sunki*) seleção da Flórida;

LCR – limoeiro Cravo (*C. limonea* L. Osback);

TR – *Poncirus trifoliata*

TSKC – tangerineira Sunki Comum

TRBK – *Poncirus trifoliata* Beneke

LCRSTC – limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’

▲ dados de salinidade 1 (S1) = 0,3 dS m⁻¹

- dados de salinidade 2 (S2) = 3,0 dS m⁻¹

Figura 11. Diâmetro de caule medido no ponto de enxertia (DENx) (mm) das combinações entre a lima ácida ‘Tahiti’ em cada genótipo de citros em função do tempo, com dados de avaliações aos 15, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após o início da aplicação das águas salinizadas (DAIE). Pombal, PB, 2017.

Quando se estuda o crescimento em diâmetro de caule medido no ponto de enxertia das combinações, verifica-se coerência com os dados obtidos na avaliação realizada aos 180 DAIE (Figura 11), verificando-se, nos genótipos TSKC x (LCR x TR) – 017, TSKC x (LCR x TR) – 059, TSKFL x (LCR x TR) – 012 e TSKFL x TRBK – 011, que a diferença entre as taxas de crescimento diário das plantas submetidas aos níveis de salinidade da água foi inferior a 0,01 mm por dia, o que significa dizer que estes materiais mantiveram o crescimento, mesmo sob condições de salinidade, lembrando que, na água de drenagem, a condutividade elétrica chegou a, aproximadamente, 8,5 dS m⁻¹, denotando a potencialidade destes materiais combinados a lima ácida ‘Tahiti’ como variedade copa.

No tocante aos genótipos nos quais se observou as maiores reduções, destacam-se o TSKFL x TRBK - 028, o LCRSTC e o TSKC x (LCR x TR) – 032, onde se verificou, aos 180 DAIE, redução na ordem de 20,47%, 10,45% e 9,33%, respectivamente, quando é comparado o menor nível de salinidade estudado com o de maior salinidade, fato que pode ser relacionado com a menor capacidade de adaptação às condições à salinidade, notadamente com a intensificação do estresse às combinações, pois se verifica diferenças entre as taxas de crescimento superiores a 0,015 mm por dia, conforme a combinação (Figura 11), com destaque ao TSKC x TRBK – 028 como o mais sensível entre estes.

Para o diâmetro de caule medido na copa aos 180 DAIE (Figura 12), verifica-se coerência com os outros diâmetros, não sendo observado diferenças entre as combinações quando irrigados com águas de menor níveis de salinidade. No entanto, ao serem irrigados com água de 3,0 dS m⁻¹, notou-se a formação de dois grupos de combinações, sendo as maiores médias obtidas com a ‘Tahiti’ enxertada no TSKC x (LCR x TR) – 017, TSKC x (LCR x TR) – 059, TSKFL x (LCR x TR) – 012, TSKFL x (LCR x TR) – 018 e no TSKFL x TRBK – 011, nos quais se observou médias superiores a 26 mm.

Os demais genótipos compuseram o grupo de menores médias, sendo o LCRSTC, o TSKFL x TRBK - 028, o TSKC x (LCR x TR) - 032 e o TSKFL x TRBK - 030, que tiveram médias inferiores a 21 mm, todavia, mesmo com menor crescimento, os híbridos estudados são promissores, haja vista que as médias desses foram superiores às do LCRSTC (Figura 12). Na citricultura Brasileira, por muitos anos, o porta enxerto mais utilizado pelos produtores foi

o limoeiro ‘Cravo’ (*C. limonea* L. Osback), o que pode ser relacionado a sua capacidade de adaptação as diferentes condições edáficas (SILVA; SOUSA, 2002; BRITO et al., 2014), sendo importante a diversificação, podendo-se obter materiais que conduzam a variedade copa a expressar o seu potencial de crescimento e produtividade.

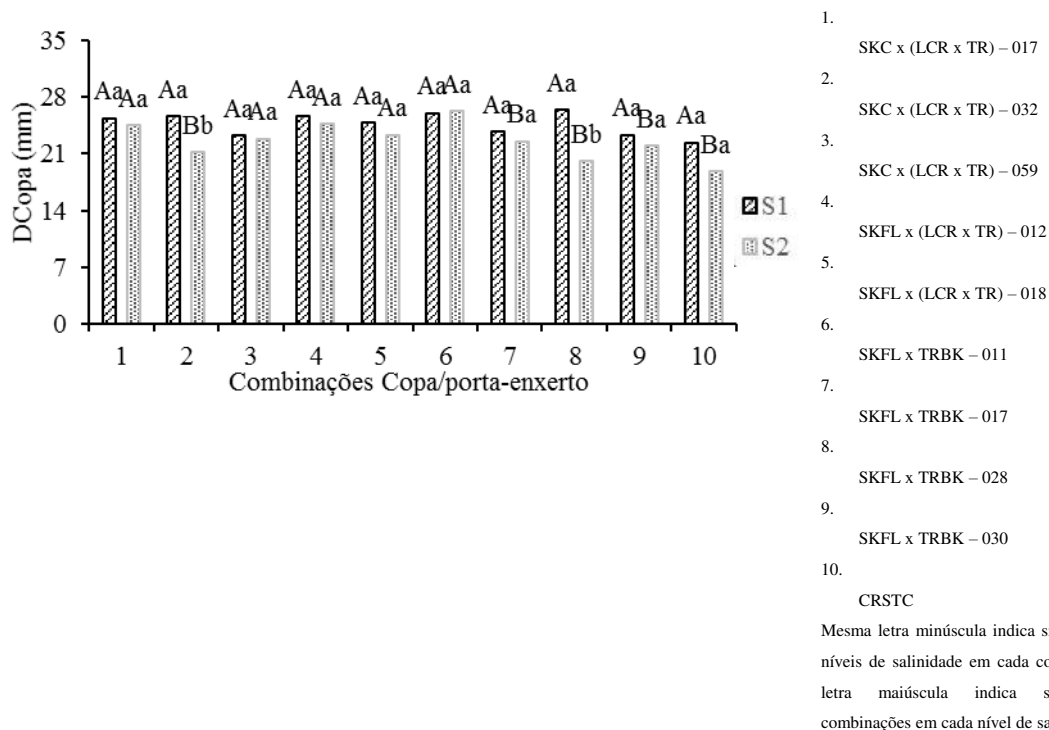
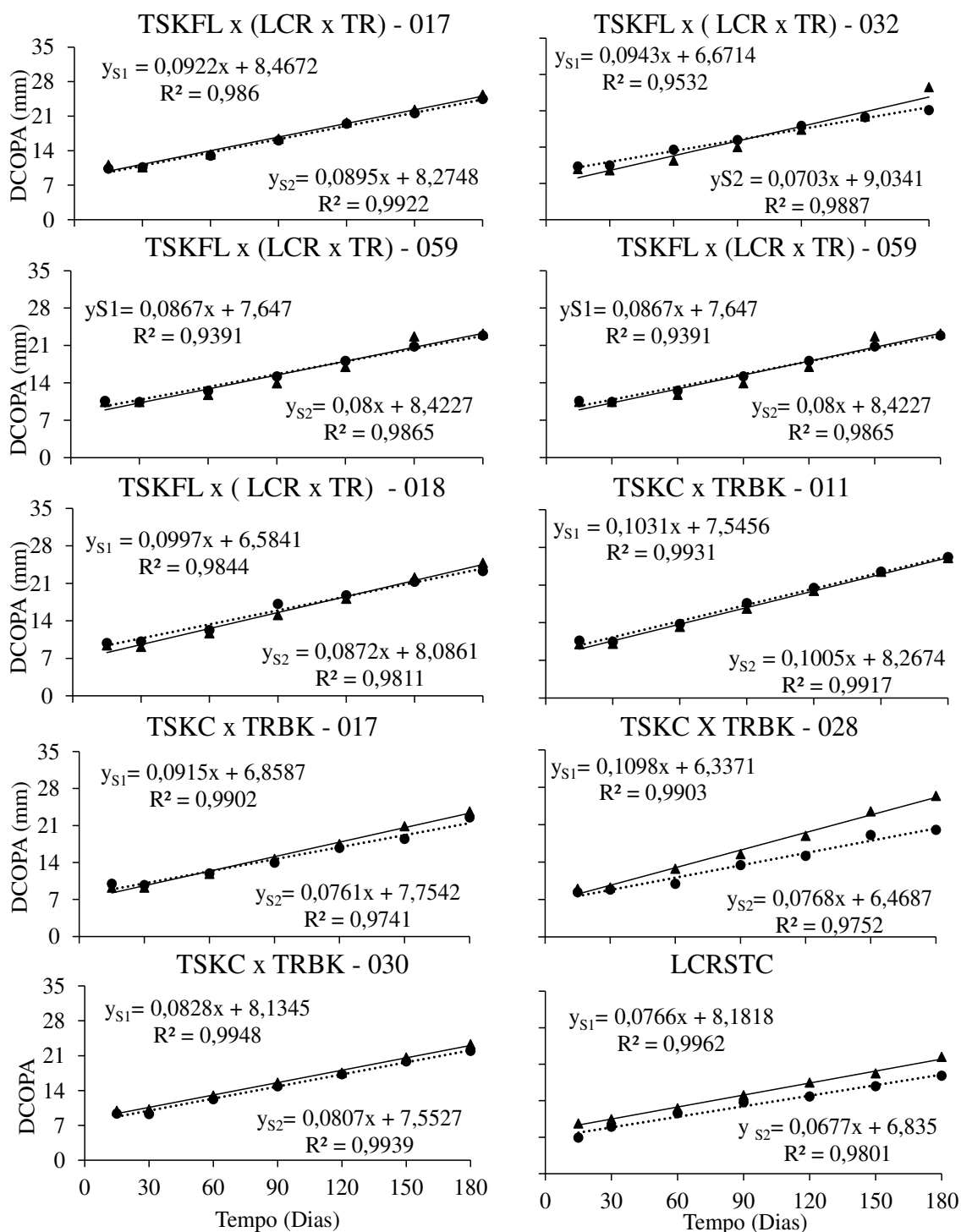


Figura 12 - Diâmetro de caule medido da copa (DCopa) (mm) das combinações entre a lima ácida ‘Tahiti’ e cada genótipo de citros de genótipos de citros aos 180 dias após o início da aplicação das águas salinizadas (S1= 0,3 e S2= 3,0 dS m⁻¹) (DAIE). Pombal, PB, 2017.

Entre os diâmetros, o do caule da copa (DCopa) foi o mais afetado pela salinidade aos 180 DAIE, pois, além de um maior número de genótipo terem sido classificados com menor média, as diferenças entre as taxas de crescimento das plantas sob as duas salinidades foi maior. Sendo as maiores reduções observadas no TSKFL x TRBK - 028, no TSKC x (LCR x TR) - 032 e no LCRSTC, correspondente a 24,0%, 17,4% e 16,1%, respectivamente, quando comparado ao menor nível com o maior nível de salinidade estudado (Figura 13).

O desenvolvimento da copa está relacionado com a compatibilidade com o porta-enxerto e o vigor do mesmo, todavia, vale salientar que a compatibilidade é determinante para que a planta propriamente dita tenha um bom desenvolvimento sob condições de estresse salino, ficando evidente na combinação com o genótipo TSKC x (LCR x TR) – 032, pois, quando se estudou o diâmetro de caule do porta-enxerto obteve-se uma superioridade de 6,0% nas plantas irrigadas com águas de 3,0 dS m⁻¹ em relação àquelas sob irrigação com águas de baixa salinidade (Figura 9); no entanto, quando estudou o diâmetro de caule no ponto de enxertia e de caule da copa foi observado redução na ordem de 9,23 e 17,4%, respectivamente (Figuras 11 e 13), ficando evidente que a compatibilidade deste genótipo com a copa foi

afetado pela salinidade da água, já que o porta-enxerto teve um incremento quando em tais situação.



TSKFL – Tangerineira Sunki (*Citrus sunki*) seleção da Flórida;

LCR – limoeiro Cravo (*C. limonea* L. Osback);

TR – *Poncirus trifoliata*

TSKC – tangerineira Sunki Comum

TRBK – *Poncirus trifoliata* Beneke

LCRSTC – limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’

▲ dados de salinidade 1 (S1) = 0,3 dS m⁻¹

● dados de salinidade 2 (S2) = 3,0 dS m⁻¹

Figura 13 - Diâmetro de caule medido da Dopa (Dcopa) (mm) das combinações entre a lima ácida ‘Tahiti’ em cada genótipo de citros em função do tempo, com dados de avaliações aos 15, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após o início da aplicação das águas salinizadas (DAIE). Pombal, PB, 2017.

Ao se estudar o número de folhas, verificou-se que houve efeito da interação, sendo assim, sob condições de menor nível de salinidade da água, observou-se a distinção de quatro grupos de genótipos combinados sendo as maiores médias observadas na combinação entre a lima ácida ‘Tahiti’ com o TSKFL x (LCR x TR) – 012; já o grupo de menor média foi formado pela combinação da copa de ‘Tahiti’ com os genótipos TSKFL x (LCR x TR) – 018, TSKFL x TRBK – 017, TSKFL x TRBK – 030 e LCRSTC (Figura 14).

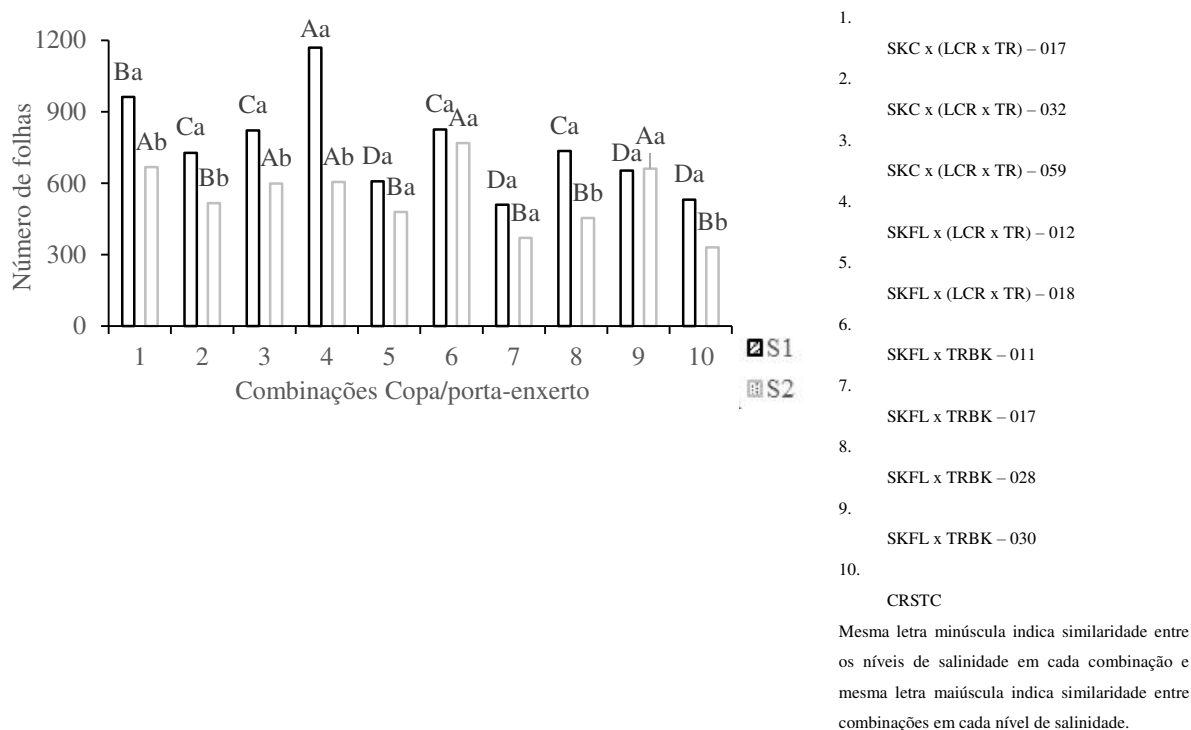
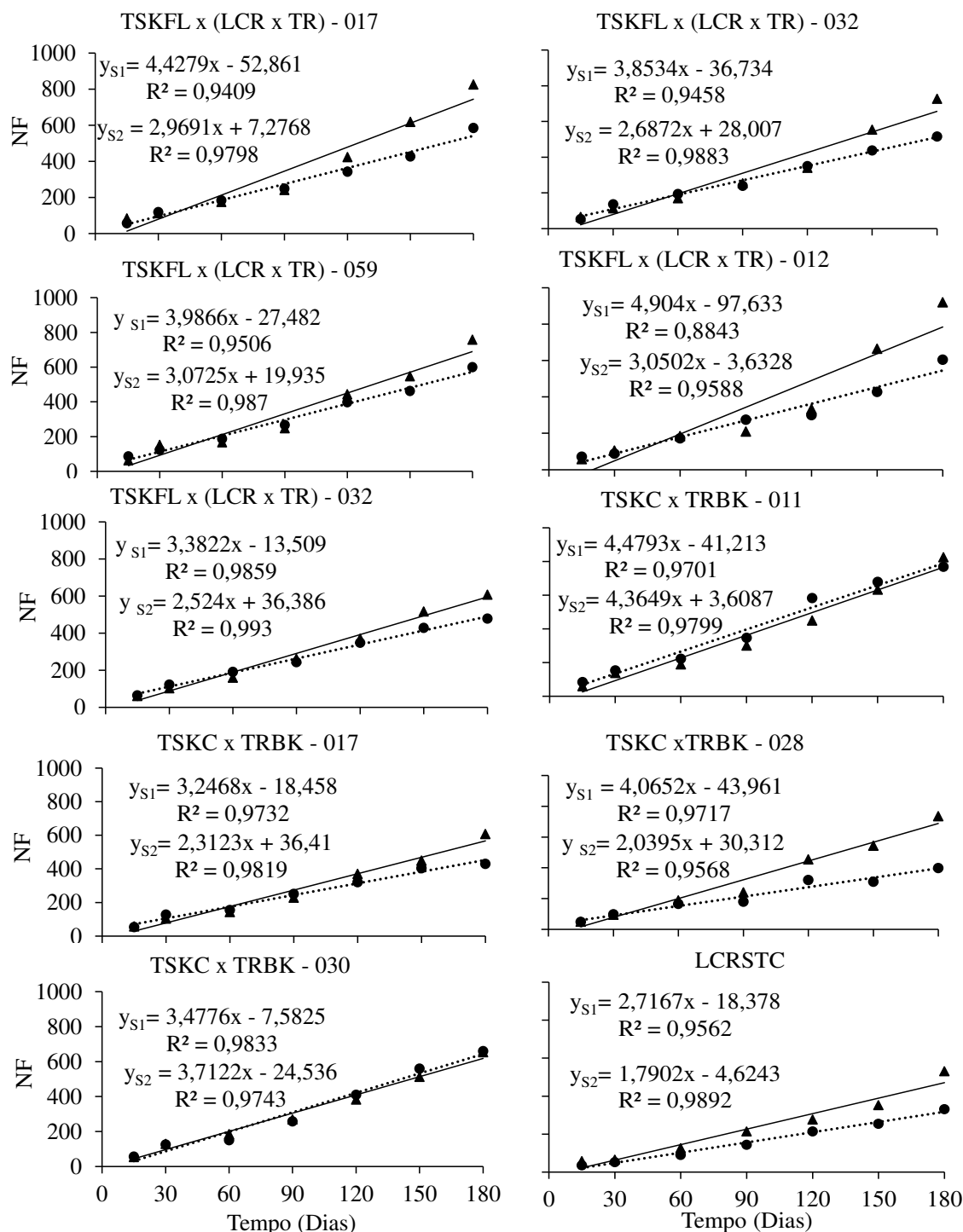


Figura 14 – Número de folhas (NF) das combinações entre a lima ácida ‘Tahiti’ e cada genótipo de citros de genótipos de citros aos 180 dias após o início da aplicação das águas salinizadas (S1= 0,3 e S2= 3,0 dS m⁻¹) (DAIE). Pombal, PB, 2017.

Já quando irrigados com água de 3,0 dS m⁻¹, constatou-se a formação de apenas dois grupos de combinações, sendo os de maior média formado pela combinação da ‘Tahiti’ com os genótipos TSKC x (LCR x TR) – 017, TSKC x (LCR x TR) – 059, TSKFL x TRBK – 011 e TSKFL x TRBK – 030. As menores médias foram formadas pela combinação dessa copa com os demais, com destaque para o LCRSTC, no qual se observou as menores médias, denotando o vigor dos híbridos estudados (Figura 12).

Quando se estuda o efeito da salinidade aos 180 DAIE, verifica-se que a maioria das combinações tiveram redução significativa no número de folhas com o aumento da salinidade

da água (Figura 15).



TSKFL – Tangerineira Sunki (*Citrus sunki*) seleção da Flórida;

LCR – limoeiro Cravo (*C. limonea* L. Osback);

TR – *Poncirus trifoliata*

TSKC – tangerineira Sunki Comum

TRBK – *Poncirus trifoliata* Beneke

LCRSTC – limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’

▲ dados de salinidade 1 (S1) = 0,3 dS m⁻¹

● dados de salinidade 2 (S2) = 3,0 dS m⁻¹

Figura 15 Número de folha (NF) das combinações entre a lima ácida ‘Tahiti’ em cada genótipo de citros em função do tempo, com dados de avaliações aos 15, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após o início da aplicação das águas salinizadas (DAIE). Pombal, PB, 2017.

Porém, nas combinações do ‘Tahiti’ com o TSKFL x (LCR x TR) – 018, TSKFL x TRBK – 011, TSKFL x TRBK – 017 e TSKFL x TRBK – 030 não se notou diferença significativa (Figura 15), com destaque ao TSKFL x TRBK – 030, no qual o número de folhas sob irrigação com água salina foi semelhante ao obtido nas plantas irrigação com águas com baixa salinidade, denotando o potencial dessa combinação.

Os maiores efeitos da salinidade foram observados nas combinações entre a lima ácida ‘Tahiti’ com os híbridos TSKFL x (LCR x TR) – 012 e TSKFL x TRBK – 028, além da testemunha, o LCRSTC, verificando-se redução na ordem de 48,3%, 38,2% e 37,6%, respectivamente, quando se compara o maior com o menor nível de salinidade da água estudado aos 180 DAIE. Entre estes genótipos, destaca-se o crescimento do TSKFL x (LCR x TR) – 012, que teve crescimento exponencial, verificando-se a maior diferenciação aos 150 e 180 DAIE (Figura 15). Outros genótipos também tiveram redução significativa do número de folhas com o aumento da salinidade, sendo a combinação do ‘Tahiti’ com os híbridos TSKC x (LCR x TR) – 017, TSKC x (LCR x TR) – 032 e TSKC x (LCR x TR) – 059, observando-se, aos 180 DAIE uma redução na ordem de 30,5%, 29,1% e 27,0% quando se compara o menor com o maior nível de salinidade da água aplicado (Figura 15).

6 CONCLUSÕES

O aumento da salinidade da água reduziu a condutância estomática das combinações copa/porta-enxerto citros, porém não reduziu a fotossíntese.

A salinidade não ocasionou dano ao aparato fotossintético das combinações copa/porta-enxerto, embora tenha afetado a fluorescência inicial do tecido iluminado.

A irrigação com água salina de 3,0 dS m⁻¹ não influenciou atividade fotossintética das combinações copa/porta-enxerto de citros estudadas até a prefloração.

Os maiores crescimentos foram obtidos pelas combinações entre a lima ácida ‘Tahiti’ com o TSKC x (LCR x TR) – 017, TSKFL x TRBK – 011 e o TSKFL x TRBK – 030, mesmo sob maior nível de salinidade.

As maiores reduções no crescimento em função da salinidade são observadas nas combinações compostas pelo ‘Tahiti’ enxertado com TSKC x (LCR x TR) – 032, TSKFL x TRBK – 028 e a testemunha LCRSTC, sendo esta última a mais sensível a salinidade.

As combinações menos sensíveis à salinidade foram compostas pelo ‘Tahiti’ enxertado com o TSKFL x (LCR x TR) – 018, TSKFL x TRBK – 011, TSKFL x TRBK – 30.

É possível usar água salina de até 3,0 dS m⁻¹ no cultivo de citros, caso se use uma combinação menos sensível.

7 REFERÊNCIAS

- 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.
- BARBOSA, R. C. A.; BRITO, M. E. B.; SÁ, F. V. S.; SOARES FILHO, W. S.; FERNANDES, P. D.; SILVA, L. A. Gas exchange of citrus rootstocks in response to intensity and duration of saline stress. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 38, n. 2, no prelo, 2017.
- BAKER, N.R.; ROSENQVST, E. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.55, n.403, p.1607-1621, 2004.
- 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.
- BORGHETTI N, R. B; BORGHETTI J, R.; FILHO, E. F. R. **A integração das águas; revelando o verdadeiro aquífero guarani**. 2010 Disponível em: <http://www.aintegracaodasaguas.com.br/sumario/1-disponibilidade-e-uso-da-agua>. Acesso em 02/12/2015.
- BRAZ, V. B.; RAMOS, M. M.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; SOUSA, C. A. F. de; MANTOVANI, E. C. Níveis e frequências de irrigação na limeira ‘Tahiti’ no Estado do Piauí. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n.5, p. 611-619, 2009.
- BRITO, M.E.B.; SÁ, F.V.S.; SOARES FILHO, W.S., SILVA, L.A.; FERNANDES, P.D.; Gas exchange and fluorescence of citrus rootstocks varieties under saline stress. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 38, n. 2: p 1 a 8, 2016.
- BRITO, M. E. B.; SILVA, E. C. B. DA; FERNANDES, P. D.; SOARES FILHO, W. DOS S.; COELHO FILHO, M.A.; SÁ, F. V. S.; MELO, A. S. de; BARBOSA, R. C. A. Salt balance in the substrate and growth of ‘Tahiti’ acid lime grafted onto Sunki mandarin hybrids under salt stress. **Australian Journal of Crop Science**, Brisbane, v. 9, n. 10, p. 954-961, 2015.
- BRITO, M. E. B.; BRITO, K. S. A. DE; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; SUASSUNA, J. F.; SOARES FILHO, W. S.; MELO, A. S. DE; XAVIER, D. A. Growth of ungrafted and grafted citrus rootstocks under saline water irrigation. **African Journal and Agricultural Research**, Brisbane, v. 9, n. 50, p. 3600-3609, 2014a.
- BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; MELO, A.S; SOARES FILHO, W. S.; SANTOS, R. T. Sensibilidade à salinidade de híbridos trifoliados e outros porta-enxertos de citros. **Revista Caatinga, Mossoró**, v. 27, p. 17-27, 2014b.
- BRITO, M. E. B.; SOARES, L. A. dos A.; FERNANDES, P. D.; LIMA, G. S.; SÁ, F. V. de SÁ.; 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.
- 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.
- 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 Agrônômico e Fundag, p. 279-316. 2005.
- DIAS, N. 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, p. 129-141. 2010.

- FAO - Statistical yearbook. **Food and Agriculture Organization** (FAO) of the United Nations, 2014. Rome, Italy. <http://www.fao.org/docrep/015/i2490e/i2490e00> [18 abril 2016].
- Ferreira, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência Agrotecnologia** 35: 1039-1042. 2011.
- FERREIRA, Ilkelan Bezerra. **Aspectos Fisiológicos de Híbridos entre a Tangerineira e Poncirus Trifoliata Beneke sob Águas Salinizadas**. 2016. 36 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2016.
- FERNANDES, P. D.; BRITO, M. E. B.; GHEYI, H. R.; SOARES FILHO, W. dos S.; MELO, A. S.; CARNEIRO, P. T. Crescimento de híbridos e variedades porta-enxerto de citros sob salinidade. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.33, p.259-267, 2011.
- FLOWERS, T.J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, 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**, New York, v.78, n.1, p.15-24, 2005.
- GARCÍA-TEJERO, I.; ROMERO-VICENTE, R.; JIMÉNEZ-BOCANEGRA, J. A.; MARTINEZ-GARCIA, G.; DURÁN ZUAZO, V. H.; MURIEL-FERNÁNDEZ, J. L. Response of citrus trees to deficit irrigation during different phenological periods in relation to yield, fruit quality, and water productivity. **Agricultural Water Management**, Oxford, v. 97 n. 5, p. 689-699, 2010.
- GHEYI, H. R.; DA SILVA D., N.; DE LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. INCTSal, 2010.
- GRIEVE, A.M.; PRIOR, L.D.; BEVINGTON, K.B. Long-term effects of saline irrigation water on growth, yield, and fruit quality of Valencia orange trees. **Australian Journal of Agricultural Research**, Brisbane, v. 58, p. 342 – 348, 2007.
- 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, Scottsville**, v. 81: p. 103- 112. 2012.
- IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2016. Levantamento Sistemático da produção agrícola: março de 2016. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br> acesso [23 fevereiro 2017].
- JIFON, J. L.; SYVERTSEN, J. P. Moderate shade can increase net gas exchange and reduce photoinhibition in citrus leaves. **Tree Physiology**, Oxford, v.23, n.2, p.119-127, 2003.
- LECHINOSKI, A. L.; FREITAS, J. M. N.; CASTRO, D. S.; LOBATO, A. K. das.; OLIVEIRA NETO, C. F.; CUNHA, R. L. M.; COSTA, R. C. L. Influência do estresse hídrico nos teores de proteínas e aminoácidos solúveis totais em folhas de Teca (*Tectona grandis* L. F.). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, p.927-929, 2007.
- LEVY, Y.; SYVERTSEN, J. Irrigation Water Quality and Salinity. Effects in Citrus Trees. **Horticultural Reviews**, New Jersey, v. 30, p. 37-82, 2004.
- 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.
- MAGALHÃES FILHO, J. R. AMARAL, L.R., MACHADO, D.F.S.P., MEDINA, C.L., MACHADO, E.C. Deficiência hídrica, trocas gasosas e crescimento de raízes em laranja 'valência' sobre dois tipos de porta-enxerto. **Bragantia**, Campinas, v. 67, p. 75-82, 2008.
- MAAS, E.V. Salinity and citriculture. **Tree Physiology**, Victoria, v.12, p.195-216, 1993.
- MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J.D. de; PIO, R.S; POMPEU JUNIOR, J. Citros, Campinas, **Instituto Agrônomo e Fundag**, 929p. 2005.
- MEDEIROS, P. H. A.; ARAÚJO, J. C. DE; BRONSTERT, A. Interception measurements and assessment of Gash model performance for a tropical semi-arid region. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 40, n. 2, p. 165-174, 2009.

- 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, p. 498-516. 2008.
- MENDONÇA, A. V. R.; CARNEIRO, J. G. A.; FREITAS, T. A. S.; BARROSO, D. G. Características fisiológicas de mudas de Eucalyptus spp. submetidas a estresse salino. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.20, p.255-267, 2010.
- MOREIRA, R. C. L. **Tolerância de mudas de lima ácida 'Tahiti' em distintos porta-enxertos à salinidade da água**. 2016. 40 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Sistemas Agroindustriais, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2016.
- MUNNS, R., TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Reviews of Plant Biology** 59: 651-681. 2008.
- NASCIMENTO, A. K. S.; FERNANDES, P. D.; SUASSUNA, J. F.; 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**, Edição Especial, Botucatu p.438-452, 2012.
- NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G.; MILAN, P.; LOPES, F. F.; PEREIRA, F.C.; KALAKI, R.B.; **O retrato da citricultura brasileira**. p.137. 2010.
- OLIVEIRA, C. N.; CAMPOS, V. P.; MEDEIROS, Y. D. P. Avaliação e identificação de parâmetros importantes para a qualidade de corpos d'água no semiárido baiano. Estudo de caso: bacia hidrográfica do rio Salitre. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 5, p. 1059-1066, 2010.
- OLIVEIRA, R.P.; NINO, A.F.P.; SCIVITTARO, W.B. Mudas certificadas de morangueiro: maior produção e melhor qualidade da fruta. **A Lavoura**, Rio de Janeiro, v.108, n.655, 2005.
- PEIXOTO, C.P.; CERQUEIRA, E.C.; SOARES FILHO, W.S.; CASTRO NETO, M.T.; LEDO, C.A.S.; MATOS, F.S.; OLIVEIRA, J.G. 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.
- POSSAS, J. M. C., **Água: uso consuntivo e não-consuntivo**; Blog: Fonte Hídrica, novembro de 2011.
- PRIOR, L.D.; GRIEVE, A.M.; BEVINGTON, K.B.; SLAVICH, P.G. Long-term effects of saline irrigation water on Valencia orange trees: relationships between growth and yield, and salt levels in soil and leaves. **Australian Journal of Agricultural Research**, Brisbane, v. 58, p.349-358, 2007.
- 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 Agrônomo e Fundag, 2005. p. 107-123.
- 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.
- RIBEIRO, R.V. **Variação sazonal da fotossíntese e relações hídricas de laranja "Valência"**. Piracicaba, 2006. 157f. Tese (Doutorado em Agronomia / Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- SANTOS, R. T. dos. **Identificação e caracterização de corpos de água salinas no semi-árido paraibano**. 2008, 76p., Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Campina Grande – Campina Grande, 2008.
- SÁ, F. V. S.; BRITO, M. E. B.; SILVA, L. A. S.; MOREIRA, R. C. L. M.; FERNANDES, P. D. F., FIGUEIREDO, L. C. F. **Mecanismos fisiológicos em híbridos de citros sob estresse salino em cultivo hidropônico**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, (Suplemento), p.S1-S7, Campina Grande, 2014.

- SANTOS, R. T. dos. **Identificação e caracterização de corpos de água salinas no semi-árido paraibano**. Campina Grande, Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Campina Grande, 76p. 2008.
- 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**, p. 317-344. 2005.
- SHINOZAKI, K; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K. Gene networks involved in drought stress response and tolerance. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 58, n. 2, p. 221-227, 2007.
- 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**, Edição Especial, Botucatu p.396-407, 2012.
- SILVA, L. A. **Fisiologia de Híbridos de Citros (Citrus sunki x (Citrus limonia x Poncirus trifoliata)) Sob Estresse Salino**. 2016. 38 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2016.
- SILVA, L. A. S.; BRITO, M. E. B.; SÁ, F. V. S. S.; MOREIRA, R. C. L. M.; WALTER, W. S. S; FERNANDES.; P. D. F. Mecanismos fisiológicos em híbridos de citros sob estresse salino em cultivo hidropônico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, (Suplemento), p.S1–S7, Campina Grande, 2014.
- SILVA, S. E. L.; SOUSA, A. G. C. **Produção de mudas de Laranja**. Manaus, Dezembro, 2002. Disponível em:http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/biststream/CPAA-2009-09/10248/1/circ_tec14.pdf. Acessado em: 17 Janeiro. 2016.
- SUASSUNA, J. F; FERNANDES; P. D. F; BRITO, K. S.A.B, NASCIMENTO. A N, WALTER, W. S. S; e WALTER, W. S. S. Trocas Gasosas e Componentes de Crescimento em Porta-Enxertos de Citros Submetidos à Restrição Hídrica. **Irriga**, Botucatu, v. 19, n. 3, p. 464-477, 2014.
- SYVERTSEN, J. P.; GARCIA-SANCHEZ, F. Multiple abiotic stresses occurring with salinity stress in citrus. **Environmental and Experimental Botany**, Oxford, v. 103, n. 1, p. 128-137, 2014.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 819p. 2009.
- TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na^+ transport in higher plants. **Annals of Botany**, Londo, v. 91, n. 5, p. 503-527, 2003.
- ZHAO, G.Q.; MA, B.L.; REN, C.Z. Growth, gas exchange, chlorophyll fluorescence, and ion content of naked oat in response to salinity. **Crop Science**, Madison,v. 47, p. 123 – 131, 2007.